

DE L'INSTITUT TECHNIQUE DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS

REVUE MENSUELLE

FÉVRIER 1953

Sixième année, n° 62.

SOMMAIRE

	Pages.
A. BLANC et J.-C. MARÉCHAL, Essais et recherches sur les ardoises	127
Série : Équipement technique (XXXIII).	
G. MERCY, Fondations circulaires pleines ou circulaires annulaires soumises à des charges excentrées	145
Série : Théories et Méthodes de calcul (XVIII).	
A. CHAGNEAU, L'essai de flexion par choc	157
Série : Essais et Mesures (XXIV).	
A. POIRSON, L'expérience et la technique au service de l'étanchéité. La toiture en pente	169
Série : Équipement technique (XXXIV).	
R. L'HERMITE, La Recherche scientifique aux États-Unis et dans le monde	183
Série : Questions générales (XX).	
Documentation technique réunie en novembre 1952	197
Documentation technique (LXII).	

CENTRE D'ÉTUDES SUPÉRIEURES
ET DE DOCUMENTATION TECHNIQUE
28, BOULEVARD RASPAIL, PARIS (VII^e)

LABORATOIRES DU BATIMENT
ET DES TRAVAUX PUBLICS
12, RUE BRANCION, PARIS (XV^e)

BUREAU SECURITAS
9, AVENUE VICTORIA, PARIS (IV^e)

CENTRE D'INFORMATION ET DE
DOCUMENTATION DU BATIMENT
100, RUE DU CHERCHE-MIDI, PARIS (VI^e)

Une des principales missions de L'INSTITUT TECHNIQUE DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS

consiste à mettre à la disposition de toute personne intéressée par les problèmes de la construction, une vaste documentation fournie par :

Le service de documentation de l'Institut Technique

qui dépouille plus de 400 périodiques techniques dont plus de la moitié viennent de l'étranger;

*Les Laboratoires du Bâtiment
et des Travaux Publics;*

*Des techniciens français et étrangers
de la profession.*

Soit au cours de conférences ou de visites de chantier
organisées par le *Centre d'Études Supérieures*.

Soit dans des exposés traitant de questions ou de
réalisations diverses.

A cet effet, l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics dirige la rédaction ou rédige :

1° Des ouvrages divers parmi lesquels il faut citer : les *Règles d'utilisation* de certains matériaux (béton armé, acier, etc.), des *Règles* ayant trait à des problèmes particuliers (par exemple : les effets de la neige et du vent sur les constructions). L'application de certaines de ces règles a été rendue obligatoire par le MINISTÈRE DE LA RECONSTRUCTION ET DE L'URBANISME pour les travaux relevant de son autorité.

(La liste des publications et les conditions d'envoi sont adressées sur demande formulée à la *Documentation Technique du Bâtiment et des Travaux Publics*, 28, boulevard Raspail, Paris-VII^e.)

2° Les ANNALES qui publient :

Les conférences et comptes rendus de visites de chantiers organisées par le *Centre d'Études Supérieures*;

Des études originales françaises et étrangères;

Les *Manuels* du béton armé, de la charpente en bois et de la construction métallique;

Les comptes rendus de recherches d'intérêt général poursuivies par les *Laboratoires du Bâtiment et des Travaux Publics*;

Une documentation technique.

Chaque sujet est classé dans les séries suivantes :

Architecture et Urbanisme.

Technique générale de la construction.

Théories et Méthodes de calcul.

(Résistance des matériaux.)

Essais et Mesures.

Sols et fondations.

Gros œuvre.

(Maçonnerie, travail du bois.)

Construction métallique.

Travaux Publics.

Matériaux.

(Pierres et Minéraux. Géologie.)

Liants hydrauliques.

Béton. Béton armé.

Béton précontraint.

Équipement technique.

(Électricité, chauffage et ventilation,
froid, acoustique, plomberie, couver-
ture, étanchéité.)

Aménagement intérieur.

Matériel de chantier.

Questions générales.

(Questions économiques, hygiène, sé-
curité.)

Documentation technique.

Manuel du Béton armé.

Manuel de la Charpente en bois.

Manuel de la Construction Métal-
lique.

Les ANNALES DE L'INSTITUT TECHNIQUE DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS ont publié, en 1952, 63 fascicules représentant au total 1 348 pages in-4° carré, illustrées de 2 019 figures et photographies. La table complète par séries de l'année 1952 figure dans le numéro de décembre 1952.

Elles publieront en 1953 un ensemble équivalent.

ANNALES DE L'INSTITUT TECHNIQUE DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS

RÉSUMÉS (FÉVRIER 1953)

SUMMARIES (FEBRUARY 1953)

Dab la l r

Ardoises.

Recherche sur les ardoises. BLANC (A.) et MARÉCHAL (J.-C.); *Ann. I. T. B. T. P.*, Fr. (février 1953), n° 62 [Équipement Technique (XXXIII)], 18 p., 23 fig.

La détermination de l'épaisseur minimum à donner aux ardoises de couverture est devenue une nécessité lorsque, pour des raisons évidentes d'économie, une forte tendance s'est manifestée en faveur de la réduction de leur épaisseur.

Cette publication donne les résultats d'expériences effectuées aux Laboratoires du Bâtiment et des Travaux Publics pour donner aux corps d'état intéressés les éléments susceptibles de motiver le plus complètement possible la réponse à donner à cette question et, par suite, les recommandations à formuler ou les décisions à prendre.

Les expériences effectuées comportent notamment des essais de perméabilité, de résistance au gel, à la flexion et aux chocs. De même, l'effet d'efforts transmis par les crochets de fixation (efforts exercés par les échelles des couvreurs lors de la pose ou de réparations) est systématiquement étudié.

De façon générale, les ardoises minces ($e < 2$ mm) demeurent encore parfaitement imperméables à l'eau et très résistantes au gel, mais leur résistance mécanique décroît très rapidement avec l'épaisseur.

Pour les ardoises minces la dispersion des épaisseurs autour de l'épaisseur moyenne d'un lot prend une importance particulière : lorsque cette dispersion est grande, une fraction importante du lot est formée d'ardoises de résistance insuffisante. Pour souligner l'importance de cet effet, des exemples d'études de répartition d'épaisseurs sont donnés.

CDU 691.214.2.

Dab la l r

Slates.

Research on roof slates. BLANC (A.) and MARÉCHAL (J.-C.); *Ann. I. T. B. T. P.*, Fr. (february 1953), n° 62 [Technical Equipment (XXXIII)], 18 p., 23 fig.

The determination of the minimum thickness to be given to roofing slates has become a necessity ever since a strong tendency has become evident in favor of reducing their thickness for reasons of economy.

This publication gives the results of experiments performed at the L. B. T. P. in order to furnish the interested building trades with the elements necessary for solving this problem and, consequently, formulating recommendations and taking decisions.

The experiments performed include, especially, permeability, frost resistance, bending and impact tests. On the same way, the effect of stresses transmitted by the fastening hooks (stresses exerted by the slaters' ladders during laying or repairs) is investigated systematically.

Generally speaking, the thin slates ($e < 2$ mm) still remain completely impervious to water and highly frost-resistant, but their mechanical strength decreases rapidly with thickness.

With thin slates, the dispersion of thicknesses about the mean thickness of a lot becomes of particular importance : when this dispersion is wide a large part of the lot is composed of insufficiently strong slates. To stress the importance of this effect, examples of investigations on thickness distribution are given.

UDC 691.214.2.

Cib mij

Théorie des fondations.

Fondations circulaires pleines ou circulaires annulaires soumises à des charges excentrées. MERCY (G.); *Ann. I. T. B. T. P.*, Fr. (février 1953), n° 62 [Théories et Méthodes de calcul (XVIII)], 12 p., 10 fig.

Cette étude permet de déterminer, par abaques, les contraintes normales des sections circulaires annulaires fléchies et comprimées et pour lesquelles la résistance est nulle à la traction.

Ce cas est applicable en particulier aux sols de fondations recevant des semelles circulaires.

Trois abaques permettent de résoudre tous les cas en fonction de l'épaisseur de l'anneau et de l'excentricité de la résultante des forces appliquées.

CDU 624.131 : 624.15.

Cib mij

Theory of foundations.

Solid or annular circular foundations under eccentric loads. MERCY (G.); *Ann. I. T. B. T. P.*, Fr. (february 1953), n° 62 [Calculating Theories and Methods (XVIII)], 12 p., 10 fig.

This investigation enables one to determine by means of graphs the normal stresses of annular circular sections in flexure and compression, for which the tensile strength is zero.

This case is particularly applicable to foundation soils supporting circular concrete slabs.

Three graphs permit the solution of all cases in function of ring thickness and eccentricity of the resultant of applied forces.

UDC 624.131 : 624.15.

Dab jan'caf mij **Essais des Métaux.**

L'essai de flexion par choc. CHAGNEAU (A.); *Ann. I. T. B. T. P.*, Fr. (février 1953), n° 62 [Essais et Mesures (XXIV)], 12 p., 23 fig.

L'essai de flexion par choc est utilisé pour déterminer le degré de fragilité des métaux et alliages. Le résultat obtenu est fonction d'un très grand nombre de variables : ou mécaniques ou inhérentes au matériau. Elles sont étudiées en détail. Des critiques sont apportées à la façon actuelle de procéder et d'interpréter l'essai de résilience.

Des essais effectués aux Laboratoires sur des éprouvettes en fer A.R.M.C.O. confirment l'importance de la température et de l'état de contraintes sur le résultat obtenu.

CDU 691.7 : 620.1.

Dab jan'caf mij

Metal testing.

Impact flexure test. CHAGNEAU (A.); *Ann. I. T. B. T. P.*, Fr. (february 1953), n° 62 [Testing and Measurements (XXIV)], 12 p., 23 fig.

The impact flexure test is used to determine the degree of brittleness of metals and alloys. The result is a function of a very large number of variables, either mechanical or inherent in the material. These are investigated in detail. The present procedure and interpretation of the resilience test are criticized.

Tests performed at the Laboratories on A.R.M.C.O. iron test specimens confirm the great influence of temperature and state of stresses on the results obtained.

UDC 691.7 : 620.1.

Ded ja

Étanchéité des toitures.

L'expérience et la technique au service de l'étanchéité. La toiture en pente. POIRSON (A.); *Ann. I. T. B. T. P.*, Fr. (février 1953), n° 62 [Équipement Technique (XXXIV)], 14 p., 23 fig.

Le conférencier présente le problème de l'étanchéité des couvertures en béton armé comportant des pentes supérieures à 8 %, chiffre admis comme limite maximum conventionnelle des toitures-terrasses.

S'appuyant sur le témoignage d'Ingénieurs en renom, le conférencier montre pourquoi il est nécessaire de protéger ces couvertures contre l'action de l'eau et des intempéries et indique comment se manifeste cette action (porosité, fissurations, ambiance agressive) en rappelant les causes principales de fissuration du gros œuvre.

Après avoir exposé les conditions particulières découlant des pentes dont le degré peut être élevé et variable pour un même ouvrage, le conférencier indique les différentes solutions possibles pour assurer à la fois cette protection contre les intempéries et pour obtenir l'étanchéité de la toiture : peinture superficielle, obturation de fissures, revêtements continus et souples, le tout à base d'hydrocarbures lourds (goudron ou le plus souvent bitume).

Après avoir montré comment s'est perfectionnée la technique d'application des chapes en bitume armé ainsi que leur protection contre l'action solaire et le vieillissement, le conférencier indique comment se présente le problème de l'isolation thermique et des réactions possibles de cet isolant sur la tenue de l'étanchéité.

Des dessins donnent les principaux types de raccords de l'étanchéité avec les nervures, vitrages, aérations, chéneaux, etc., et le conférencier termine en indiquant que l'expérience a montré la possibilité et la nécessité de protéger ces couvertures (sheds, voûtes, brisis, etc.) contre toute infiltration.

CDU 690.24 : 696.121.

Ded ja

Watertightening Roofs.

Experience and technique as a help to watertightness. Sloped roofs. POIRSON (A.); *Ann. I. T. B. T. P.*, Fr. (février 1953), n° 62 [Technical Equipment (XXXIV)], 14 p., 23 fig.

The lecturer sets forth the problem of waterproofing reinforced concrete roofs with slopes steeper than 8 %, this figure being the maximum conventional limit for flat roofs.

Naming well-known engineers as authorities, the lecturer shows why it is necessary to protect these roofs against the action of water and weather and how such action proceeds (porosity, cracking, aggressive atmosphere), reviewing the main causes of cracking of framework.

After explaining the special conditions arising from slopes which may lie steep and variable in the same structure the lecturer indicates the various possible solutions to insure at the same time the protection against weathering and the watertightness of the roof : surface painting, plugging of cracks, continuous flexible coatings, all of them on the basis of hydrocarbons (tar or mostly bitumen).

After explaining how the technique to apply coatings of reinforced bitumen was perfected as well as the technique of protecting them against sun rays and aging, the lecturer passes to the problem of thermal insulation and possible action of this insulator on watertightness.

Sketches show the main types of watertight connections with ribs, windows, ventilators, drain pipes, etc. The lecturer indicates, in conclusion, that experience has shown the possibility and the necessity of protecting these coverings (sheds, vaults, breaks, etc.) against all infiltration.

UDC 690.24 : 696.121.

Caf ja

Essais de laboratoire.

La Recherche scientifique en Amérique et dans le monde. L'HERMITE (R.); *Ann. I. T. B. T. P.*, Fr. (février 1953), n° 62 [Questions Générales (XX)], 14 p.

Dans cet exposé le conférencier définit l'esprit de la recherche technique, puis il précise dans quelles conditions doit être assurée la liaison des professionnels et des chercheurs, les premiers devant être les guides des seconds, et souligne les deux aspects de la publication (mémoires scientifiques et ouvrages de synthèse) destinée à mettre les résultats à la portée de tous les intéressés.

Parlant de l'organisation de la recherche, il note l'importance des investissements nécessités par l'appareillage et les différentes façons dont le financement est assuré soit par l'industrie privée, soit par l'État.

Il passe ensuite en revue l'organisation de la recherche dans les différents pays : direction étatique en Angleterre, en Australie, en Afrique du Sud, au Portugal; direction universitaire en Belgique, Suède, Italie, Hollande, Suisse, Danemark, Finlande; direction mixte étatique et universitaire au Canada; direction mixte de l'État et de l'industrie privée en Espagne, dans la France Métropolitaine, dans la France d'Outre-mer et aux États-Unis. Il insiste particulièrement sur la tendance et l'évolution rapide de la recherche dans ce dernier pays.

Il établit encore une comparaison sur l'importance de la recherche dans les différentes nations et termine par une note optimiste visant la coopération internationale dans la recherche.

CDU 620.1 : 691.

Caf ja

Testing of laboratory.

Scientific Research in the United States and in the world. L'HERMITE (R.); *Ann. I. T. B. T. P.*, Fr. (février 1953), n° 62 [General Informations (XX)], 14 p.

The lecturer defines the spirit of technical research, then explains under what conditions the connections between professionals and researchers should be maintained, the first being the guides of the second. He then stresses the two aspects of publication (scientific papers and works of synthesis) calculated to bring the results within the reach of all interested persons.

Speaking of research organization, he notes the large investments necessary for equipment and the different ways in which this financing is assured, whether by private industry or the State.

Then he reviews research organization in different countries : governmental direction in Great Britain, Australia, South Africa, Portugal; University direction in Belgium, Sweden, Italy, Netherlands, Switzerland, Denmark, Finland; mixed governmental and University direction in Canada; mixed governmental and private industry direction in Spain, Metropolitan France, French Union and the United States. He stresses particularly the various tendencies and the rapid evolution of research in the last country.

He presents a comparison of the amount of research done in different countries and ends on an optimistic note concerning international research cooperation.

UDC 620.1 : 691.

XXXIII

SUPPLÉMENT AUX
ANNALES DE L'INSTITUT TECHNIQUE DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS

FÉVRIER 1953

Sixième Année, N° 62.

Série : ÉQUIPEMENT TECHNIQUE (XXXIII).

ESSAIS ET RECHERCHES SUR LES ARDOISES

PAR

A. BLANC,

Chef de Section aux Laboratoires du Bâtiment
et des Travaux Publics.

J.-C. MARÉCHAL,

Ingénieur aux Laboratoires du Bâtiment
et des Travaux Publics.

SOMMAIRE

	Pages.
Introduction.	129
I. Essais de perméabilité.	129
II. Essais de flexion.	129
III. Rupture des ardoises provoquée par le chargement des crochets de fixation.	133
IV. Résistance à la grêle.	136
V. Répartition des épaisseurs dans un lot.	142
Conclusion.	143

LABORATOIRES DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS

AVANT-PROPOS DE M. J. LASALLE

Premier Vice-Président de la Chambre Syndicale des Entrepreneurs de Couverture et Plomberie de Paris et de la Seine
Président de la Commission Nationale Technique

La *Chambre Syndicale des Entrepreneurs de Couverture et Plomberie de Paris, Seine et Seine-et-Oise*, a été amenée, à la suite de nombreuses réclamations de ses adhérents, à étudier le problème posé par la fourniture d'ardoises de trop faible épaisseur.

Après une enquête effectuée par la Chambre Syndicale dans un certain nombre d'entreprises, il a été constaté que tous les entrepreneurs de couverture et plomberie consultés ont, en effet, été surpris que, depuis un certain temps, un déchet important était constaté dans la manutention et la mise en œuvre des ardoises modèles ordinaires.

Un grand nombre d'entrepreneurs ont également signalé les difficultés et, parfois même, le refus présenté par les architectes d'accepter les fournitures d'ardoises qui leur étaient faites, celles-ci ne correspondant pas en épaisseur aux Cahiers des charges ni aux insertions figurant à la Série des prix, reproduisant pourtant quant aux épaisseurs, celles figurant sur les tarifs établis par les fournisseurs eux-mêmes.

D'autre part, la *Chambre syndicale des entrepreneurs de couverture et plomberie* ayant été invitée à donner son avis sur l'établissement de plusieurs documents :

1° D. T. G. I. destiné à être incorporé au R. E. E. F. et établi par le *Centre Scientifique et Technique du Bâtiment*;

2° Projet de norme P 32-401 concernant la dimension des ardoises et établi par l'*Association Française de Normalisation* a estimé, et cela en accord avec les représentants des syndicats ardoisiers, qu'il était nécessaire de faire entreprendre des essais de laboratoire.

Ces essais ont été confiés aux *Laboratoires du Bâtiment et des Travaux Publics* et entrepris en accord avec les

représentants de la « Commission couverture et plomberie » réunie sous notre présidence.

MM. BLANC et MARÉCHAL ont conduit cette recherche avec une parfaite objectivité et le maximum de rigueur scientifique que pouvait comporter le sujet traité. Du point de vue professionnel nous les félicitons particulièrement du souci qu'ils ont eu constamment d'expérimenter dans les conditions les plus voisines possible de celles de la réalité : citons, en exemple, à ce point de vue, l'étude de la charge des crochets de fixation.

Parmi les enseignements qu'il nous paraît important de retenir de ce travail, nous signalerons particulièrement :

1° L'intérêt d'un essai de flexion sur ardoises entières, dont le résultat sera, pour l'utilisateur, plus significatif que la connaissance d'une contrainte de rupture, laquelle caractérise la matière et non l'ardoise finie;

2° L'intérêt de l'essai très simple de fragilité mettant en évidence l'existence d'une épaisseur critique pour la résistance au choc;

3° Enfin, et surtout, le rôle constamment manifesté d'épaisseurs insuffisantes et, par suite, l'importance pour l'utilisateur d'avoir des garanties non seulement sur l'épaisseur nominale des ardoises d'une fourniture, mais aussi sur son homogénéité.

Si la diminution de l'épaisseur des ardoises peut présenter un intérêt économique, il va sans dire qu'on ne saurait la poursuivre sans danger au-delà de certaines limites : les résultats des essais de MM. BLANC et MARÉCHAL et les enseignements de l'expérience courante, nous conduisent à la conclusion que l'épaisseur minimum ne doit pas être inférieure à 2,7 mm (épaisseur minimum dans un même lot).

RÉSUMÉ

La détermination de l'épaisseur minimum à donner aux ardoises de couverture est devenue une nécessité lorsque, pour des raisons évidentes d'économie, une forte tendance s'est manifestée en faveur de la réduction de leur épaisseur.

Cette publication donne les résultats d'expériences effectuées aux Laboratoires du Bâtiment et des Travaux Publics pour donner aux corps d'état intéressés les éléments susceptibles de motiver le plus complètement possible la réponse à donner à cette question et, par suite, les recommandations à formuler ou les décisions à prendre.

Les expériences effectuées comportent notamment des essais de perméabilité, de résistance au gel, à la flexion et aux chocs. De même, l'effet d'efforts transmis par les crochets de fixation (efforts exercés par les échelles des couvreurs lors de la pose ou de réparations) est systématiquement étudié.

De façon générale, les ardoises minces ($e < 2$ mm) demeurent encore parfaitement imperméables à l'eau et très résistantes au gel, mais leur résistance mécanique décroît très rapidement avec l'épaisseur.

Pour les ardoises minces la dispersion des épaisseurs autour de l'épaisseur moyenne d'un lot prend une importance particulière : lorsque cette dispersion est grande, une fraction importante du lot est formée d'ardoises de résistance insuffisante. Pour souligner l'importance de cet effet, des exemples d'études de répartition d'épaisseurs sont donnés.

SUMMARY

The determination of the minimum thickness to be given to roofing slates has become a necessity ever since a strong tendency has become evident in favor of reducing their thickness for reasons of economy.

This publication gives the results of experiments performed at the L. B. T. P. in order to furnish the interested building trades with the elements necessary for solving this problem and, consequently, formulating recommendations and taking decisions.

The experiments performed include, especially, permeability, frost resistance, bending and impact tests. On the same way, the effect of stresses transmitted by the fastening hooks (stresses exerted by the slaters' ladders during laying or repairs) is investigated systematically.

Generally speaking, the thin slates ($e < 2$ mm) still remain completely impervious to water and highly frost-resistant, but their mechanical strength decreases rapidly with thickness.

With thin slates, the dispersion of thicknesses about the mean thickness of a lot becomes of particular importance : when this dispersion is wide a large part of the lot is composed of insufficiently strong slates. To stress the importance of this effect, examples of investigations on thickness distribution are given.

EXPOSÉ DE MM. BLANC ET MARÉCHAL

INTRODUCTION

Les essais sur ardoises que nous présentons avaient pour but immédiat l'obtention de résultats destinés à permettre une évaluation numérique des conséquences de la diminution des épaisseurs des ardoises sur la tenue de celles-ci.

Nous avons procédé pour cela à des essais de perméabilité à l'eau et à des essais de flexion :

- 1° Sur ardoises sèches;
- 2° Sur ardoises ayant subi des cycles d'immersion ou de gel,

et comparé chaque fois les comportements des ardoises normales et traversières; nous avons cherché ensuite à caractériser la résistance des ardoises aux efforts transmis par les crochets de fixation et leur résistance à la grêle.

Les techniques d'essais classiques ont été utilisées pour

les essais de perméabilité et de flexion, mais nous avons dû imaginer de nouveaux dispositifs pour les autres études : nous nous sommes efforcés dans ces derniers cas de nous rapprocher des conditions de la réalité, et lorsque celles-ci étaient pratiquement impossibles à reproduire, nous nous sommes arrêtés à l'essai qui nous a paru réunir le mieux les conditions suivantes :

- Être significatif;
- Facile à exécuter;
- Facile à reproduire avec précision.

Les résultats obtenus permettent de déterminer les divers effets d'une diminution de l'épaisseur des ardoises; il nous a paru intéressant en terminant, de donner, pour juger des conséquences pratiques, un exemple de répartition des épaisseurs rencontrées dans un lot : celui qui nous a été fourni pour les essais.

I. — ESSAIS DE PERMÉABILITÉ

Les essais de perméabilité ont été faits suivant la méthode classique employée pour les matériaux de couverture.

Mode opératoire.

Un tube de verre de 36 mm de diamètre intérieur est scellé sur l'ardoise à essayer. L'ensemble est placé dans un bac d'eau dont la surface libre arase la face supérieure de l'ardoise. Enfin, une hauteur de 100 mm d'eau est versée dans le tube. Son niveau est ensuite maintenu constant pendant 7 jours. Chaque jour la quantité d'eau ajoutée, égale à celle qui est passée, pendant le même temps à travers l'ardoise, est mesurée. On calcule le débit moyen par jour et l'on exprime le résultat final en « centimètres cubes par 24 heures ». Cet essai, normalisé pour les tuiles, n'est pas habituellement effectué sur les ardoises jugées imperméables.

Il nous a paru nécessaire de contrôler ce point pour des ardoises plus minces que celles habituellement uti-

lisées. Nos mesures ont porté sur sept ardoises choisies parmi les plus minces d'un échantillon de cent ardoises environ.

Les résultats sont les suivants :

ÉPAISSEUR	PERMÉABILITÉ
mm	—
1,9	0
1,9	0
2,2	0
2,0	0
2,0	0
1,7	0
2,2	0

La conclusion qui en résulte est nette :

Des ardoises plus minces que celles habituellement employées peuvent constituer des couvertures parfaitement étanches; il n'y a donc, de ce point de vue, aucun inconvénient à abaisser, par exemple, de 2,7 mm à 2,2 mm l'épaisseur des ardoises.

II. — ESSAIS DE FLEXION

1° Problème de l'essai de flexion.

Les ardoises de couverture doivent posséder une résistance suffisante à la rupture par flexion pour ne pas risquer d'être brisées en grand nombre dans leur manutention, leur transport ou leur mise en œuvre.

La résistance d'une ardoise à la rupture par flexion est évidemment fonction de son épaisseur et les essais de

flexion permettent d'étudier expérimentalement l'influence de la diminution de cette dernière.

En réalité nous nous trouvons, pour cette étude, en présence d'une situation assez complexe. La manière dont la résistance à la rupture par flexion dépend de l'épaisseur risque en effet, pour des ardoises de même origine, de se trouver modifiée, dans une mesure difficilement prévisible, par diverses circonstances. Une ardoise peut

être, en effet, plus ou moins sèche ou humide et avoir, par exemple, subi ou non le gel; d'autre part, comme le schiste qui la constitue possède un sens, il y a lieu de distinguer les ardoises « normales » des « traversières ».

Nous devons aussi nous assurer que la technique choisie pour effectuer l'essai de flexion donne des résultats reproductibles et vraiment significatifs qui, en l'espèce, ne devront pas lors des essais sur éprouvettes découpées être altérés sensiblement par le fait même du découpage et de ses inévitables imperfections. Nous devons pour cela vérifier, par exemple, que des essais sur ardoises entières conduisent pratiquement aux mêmes résultats que des essais sur éprouvettes découpées.

Technique de l'essai de flexion.

Les essais, dont les résultats sont donnés plus loin, ont été effectués sur éprouvettes découpées, de largeur 7 cm.

Le découpage a été opéré avec beaucoup de soin au disque de carborundum.

La figure 1 représente la machine d'essai utilisée (machine Michaëlis).

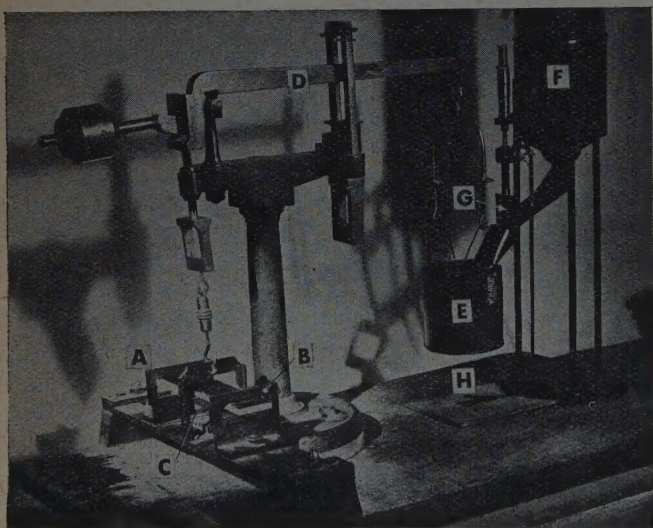


FIG. 1.

L'éprouvette est retenue par deux couteaux latéraux fixes, horizontaux A et B, dont les arêtes, tournées vers le bas, sont parallèles et distantes de 200 mm. Un couteau central mobile C dont l'arête, tournée vers le haut, est équidistante des deux premières, transmet à l'ardoise un effort vertical ascendant exercé par l'intermédiaire du levier D par le poids de la grenaille de plomb contenue dans le récipient E. Avant l'essai, E est vide, le levier D est en équilibre (le couteau C ne touchant pas l'éprouvette). La grenaille de plomb contenue dans le réservoir F est retenue par la vanne G, fermée.

Pour l'essai, on ouvre C : la grenaille s'écoule dans E et, par suite, le couteau C applique à l'éprouvette une charge qui croît progressivement (proportionnellement au temps).

La rupture de l'éprouvette déséquilibre le levier D et la chute de E sur l'interrupteur H provoque la fermeture

pratiquement instantanée de la vanne G. Il ne reste qu'à peser la grenaille écoulee : son poids est le dixième de l'effort exercé par C au moment de la rupture (le rapport des longueurs des bras de levier D étant 10).

Remarque.

En réalité, la force instantanée exercée sur le réservoir E par la grenaille, pendant son écoulement, dépasse le poids de la grenaille contenue au même instant dans E : chaque grain possède en effet avant le choc une quantité de mouvement, sa perte, lors du choc, s'accompagne d'une impulsion reçue par E, l'écoulement étant sensiblement continu et de débit constant, il en résulte qu'une force constante supplémentaire est de ce fait appliquée à E pendant l'écoulement. Elle cesse avec lui et n'apparaît pas dans le résultat de la pesée.

D'autre part, E reçoit encore une certaine quantité de grenaille après la rupture : celle contenue dans l'espace « non contrôlé » EG et aussi celle due au débit pendant le « temps mort » séparant l'instant de la rupture de l'éprouvette de celui de la fermeture de G. Le poids de cette grenaille apparaît dans le résultat de la pesée, sans avoir contribué à l'effort de rupture.

En réalité les effets de ces deux causes d'erreur sont faibles; de plus ils sont de sens différents et tendent à se neutraliser.

2° Résultats des essais de flexion.

Nous avons procédé, pour des ardoises « normales » et des ardoises « traversières » prélevées au hasard d'un lot d'ardoises de 2,2 mm d'épaisseur nominale, à quatre séries d'essais de flexion :

- Essai de flexion sur ardoises sèches.
- Essai de flexion sur ardoises humides (ayant séjourné dans l'eau 24 heures).
- Essai de flexion sur ardoises ayant séjourné 28 jours dans l'eau.
- Essai de flexion sur ardoises ayant subi 25 cycles de gel.

On trouvera, ci-après, les résultats numériques (tableaux a, b, c, d) et les courbes représentatives de ceux-ci (fig. 2, 3, 4, 5).

L'expérience a donné la charge de rupture P. Celle-ci dépend de l'épaisseur h et de la largeur b , reportées dans les deux premières colonnes. La dernière colonne donne la quantité $\frac{3Pl}{2bh^2}$ égale, d'après la théorie de la Résistance des Matériaux classique à la résistance à la traction (dans cette formule, l est la distance des appuis, soit 200 mm).

Dans la représentation graphique, les épaisseurs ont été portées en abscisses, les charges de rupture en ordonnées. Les points figurés donnent une idée de la dispersion inhérente à tout essai de matériaux. Nous avons tracé, dans chaque cas, l'arc de parabole (voulu par la théorie de la Résistance des Matériaux) passant au mieux parmi les « points » expérimentaux; les parties ponctuées correspondent à des extrapolations.

Nous avons, dans notre interprétation, fait jouer le rôle essentiel à la charge de rupture, qui tient compte de l'épaisseur et constitue pour l'usager une donnée directement exploitable.

Tableau a. — Flexion sur ardoises sèches.

	SECTION des éprouvettes		CHARGES de rupture à la flexion P	RÉSISTANCE à la traction $\frac{3Pl}{2bh^2}$
	Largeur B	Épaisseur H		
	mm	mm	kg	kg/mm ²
Ardoises normales	68	2,4	9,0	6,9
	71	2,0	10,9	11,5
	70	2,6	11,6	7,4
	72	2,2	10,2	8,8
	71	1,9	7,1	8,3
	69	2,5	15,9	11,0
	71	2,2	9,7	8,5
	69	2,2	10,1	9,0
	72	2,4	13,0	9,4
Ardoises traversières. ...	72	2,0	8,3	8,6
	70	1,7	5,2	7,7
	69	1,6	5,7	9,7
	69	1,9	7,1	8,6
	70	1,7	5,2	7,8
	70	2,1	6,3	6,1
	69	2,0	8,0	8,7
	69	2,3	8,8	7,2
	72	2,2	15,6	13,4

Tableau b. — Conservation :
24 heures dans l'eau à 18°.

	SECTION des éprouvettes		CHARGES de rupture à la flexion P	RÉSISTANCE à la traction $\frac{3Pl}{2bh^2}$
	h Épaisseur	b Largeur		
			kg	kg/mm ²
Ardoises normales	2,0	70	8,0	8,6
	2,0	72	8,6	8,9
	2,0	70	8,1	8,7
	2,5	71	14,5	9,8
	2,0	70	8,4	9,0
	2,0	66	7,1	8,1
Ardoises traversières. ...	1,8	70	6,1	8,1
	1,9	70	7,2	8,4
	2,0	71	8,1	8,6
	1,5	71	4,6	8,6
	1,8	70	5,0	6,6
	1,5	70	5,1	8,9
	2,5	71	15,1	10,2

Influence de l'épaisseur.

Les résultats ont confirmé dans chaque cas la loi de proportionnalité au carré de l'épaisseur suggérée par la théorie. Lorsque l'épaisseur passe de 2,7 mm à 2,2 mm, la charge produisant la rupture par flexion est réduite aux 2/3 de sa valeur primitive. Quand l'épaisseur est divisée par 2, la résistance l'est par 4.

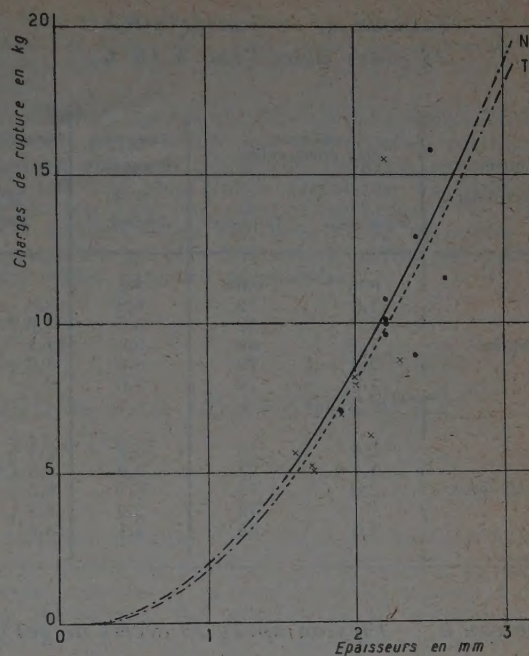


FIG. 2. — Essais de flexion sur ardoises sèches.

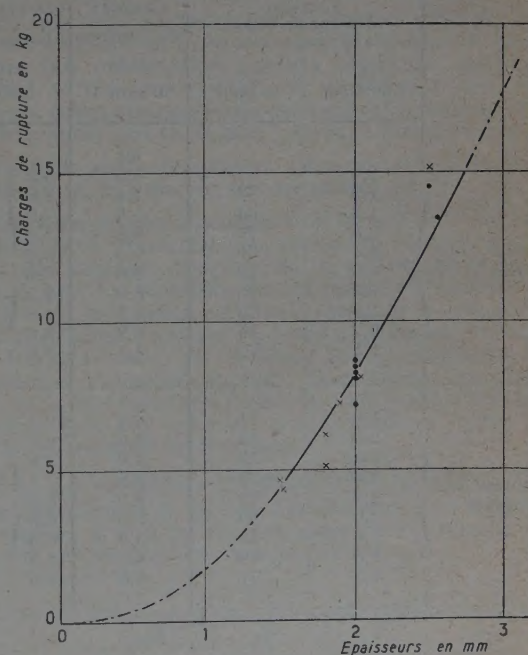


FIG. 3. — Ardoises conservées 24 heures dans l'eau.

Influence du sens de la veine.

Dans deux de nos séries d'essais aucune différence de comportement n'est apparue entre les ardoises normales et traversières. Dans deux autres, les ardoises normales sont apparues plus résistantes que les traversières, la différence était toutefois de faible importance (inférieure à 15 % dans un cas, à 6 % dans l'autre).

Tableau c. — Conservation :
28 jours dans l'eau à 18° C.

VEINES de l'ardoise	SECTION des éprouvettes		CHARGES de rupture à la flexion P	RÉSISTANCE à la traction $\frac{3Pl}{2bh^2}$
	h Épaisseur	b Largeur		
Normales. ...	mm	mm	kg	
	1,9	72	6,9	8,0
	1,8	72	5,9	7,6
	1,4	69	5,0	11,1
	2,0	70	8,0	8,0
	1,8	70	7,0	9,3
Traversières	2,0	70	6,8	7,1
	1,4	72	3,9	8,3
	2,0	70	6,1	6,5
	1	72	2,0	8,3
	1,5	62	4,1	8,8

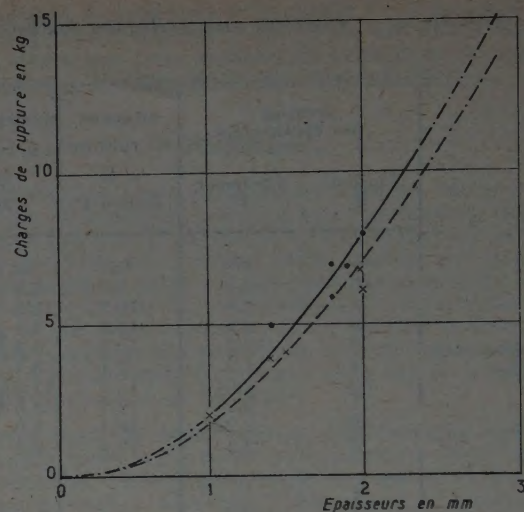


FIG. 4. — Ardoises conservées 28 jours dans l'eau.

Tableau d. — Flexion après 25 cycles de gel (1).

	SECTION des éprouvettes		CHARGES de rupture à la flexion P	RÉSISTANCE à la traction $\frac{3Pl}{2bh^2}$
	h Épaisseur	b Largeur		
Ardoises normales	2,0	71	5,5	6,2
	1,9	72	7,4	8,6
	1,8	64	5,5	7,9
	2,0	70	6,5	7,0
	2,1	69	7,0	6,9
	1,0	70	2,0	8,6
	1,5	70	6,0	11,5
	1,9	73	4,1	4,9
	2,3	70	9,9	8,0
	1,5	72	4,1	7,6
Ardoises traversières ...	1,9	71	8,9	10,4
	2,0	66	6,0	6,8
	1,5	70	4,0	7,6
	1,8	70	5,6	7,3
	2,0	72	8,0	8,3
	2,0	69	6,0	6,6
	2,0	70	5,9	6,3
	1,6	69	4,0	6,8
	1,7	71	6,0	8,8

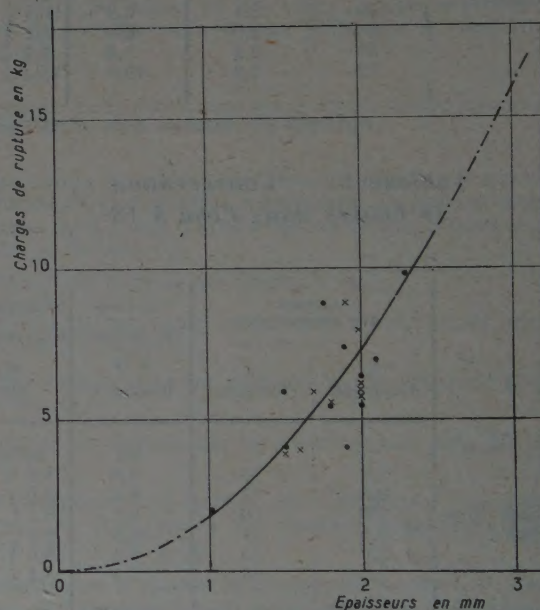


FIG. 5. — Ardoises après 25 cycles de gel.

Influence de l'humidité.

Un séjour de 24 heures dans l'eau n'a pratiquement rien changé à la résistance des ardoises.

Un séjour de 28 jours n'a pratiquement pas modifié les résultats sur ardoises normales; sur ardoises traversières l'influence est encore à peine sensible (ordre de 10 %).

(1) Chaque cycle comprend :

1° Un séjour de 4 heures dans l'air à - 15° C.

2° Une immersion de 20 heures dans l'eau à + 15° C.

Influence du gel.

Elle s'est également montrée très faible (ne dépassant pas 12 %). Nos essais n'ont pas montré de différence de comportement entre les ardoises normales et traversières.

Conclusion.

Ces expériences établissent que les ardoises ont une résistance remarquable à l'action des agents atmosphériques tels que le gel : les écarts constatés par rapport à des ardoises sèches sont à peine significatifs.

Quel que soit le traitement subi par les ardoises nous avons pu vérifier, avec toute l'approximation qu'il est raisonnable d'attendre d'essais de cette nature, que la résistance à la rupture par flexion est proportionnelle au carré de l'épaisseur.

Lorsque celle-ci n'est pas uniforme dans un lot, il peut en résulter, pour les ardoises les plus minces, des résistances fortement réduites.

Cette importance de l'épaisseur nous a conduits à étudier systématiquement la répartition des épaisseurs des ardoises dans un lot. Une fourniture est en effet caracté-

risée à ce point de vue, non seulement par la valeur moyenne de l'épaisseur, mais aussi par la manière dont les épaisseurs sont réparties autour de cette valeur moyenne.

Ces résultats ont été obtenus sur éprouvettes découpées mais nous avons vérifié que des ardoises entières conduisent sensiblement aux mêmes résultats, avec toutefois, semble-t-il, une plus grande dispersion. Ce dernier fait, à la réflexion, n'est pas tellement surprenant : les ardoises dites « entières » ont été, elles aussi, découpées et ce découpage n'a pu être fait avec le même soin que celui d'éprouvettes dans un laboratoire.

III. — RUPTURE DES ARDOISES PROVOQUÉE PAR LE CHARGEMENT DES CROCHETS DE FIXATION

Lorsque les échelles des couvreurs prennent appui sur les crochets de fixation, ceux-ci exercent sur les ardoises des charges localisées susceptibles de les détériorer, ou même de les perforer.

Les expériences rapportées ci-dessous ont eu pour but de préciser le mécanisme et l'importance de ce phénomène.

La figure 6 représente une maquette de couverture d'ardoises. La coupe schématisée montre la manière dont le crochet est disposé par rapport au liteau de retenue, aux ardoises supérieure et inférieure A et B, ainsi qu'aux ardoises latérales C et C' (C', « enlevé », n'apparaît pas dans la coupe).

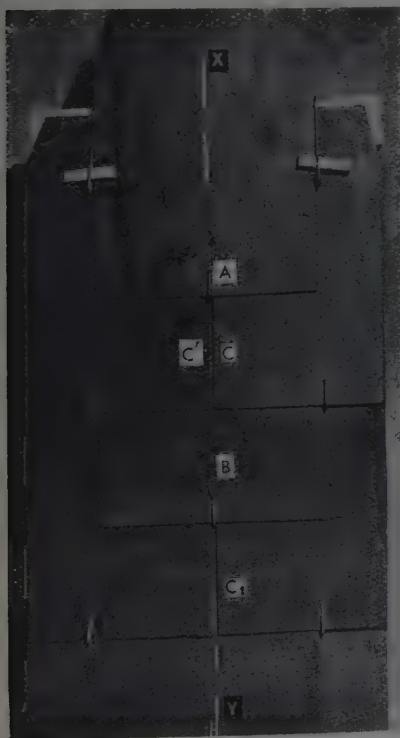
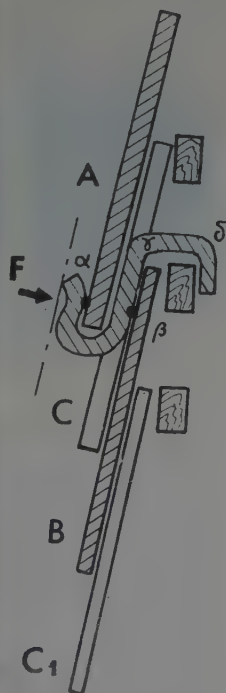


FIG. 6 a.

FIG. 6 b. Coupe $\pi - y$.

Lorsqu'un montant d'échelle exerce sur le crochet une force \vec{F} , celle-ci est équilibrée par le système des diverses réactions exercées sur le crochet par les ardoises A, B et le liteau de retenue (les ardoises C, C' pourraient aussi intervenir dans le cas, que nous n'envisageons pas, où \vec{F} n'est pas dans un plan de bout, plan vertical contenant une ligne de plus grande pente).

Les réactions exercées sur les parties $\alpha\beta\delta$ du crochet par les ardoises et le liteau sont des forces de grandeur tout à fait négligeables : seules comptent, en pratique, comme forces susceptibles de provoquer des détériorations, celles auxquelles s'opposent les réactions exercées sur le crochet par la région α de A et la région β de B.

On peut donc raisonner, en pratique, comme si la partie (β, γ, δ) du crochet n'existait pas.

Exerçons progressivement une force \vec{F} sur le crochet : l'importance respective des réactions en α et β dépend, pour des ardoises données, de la section et de la forme du crochet. Le diamètre du fer rond qui constitue habituellement le crochet est choisi inférieur à l'épaisseur des ardoises ; ainsi l'ardoise A peut s'appliquer directement sur les ardoises C et C' (dans le cas contraire elle se trouverait soulevée et un espace libre favorisant la remontée de l'eau sous l'effet du vent existerait entre les ardoises qui, par surcroît, reposeraient en porte à faux sur leurs crochets de fixation).

Soit, e , l'épaisseur, théoriquement identique, de chacune des ardoises A, B, C et d la distance $d = \alpha\beta$ séparant les régions α et β du crochet susceptibles d'appuyer fortement sur les ardoises A et B (fig. 7).

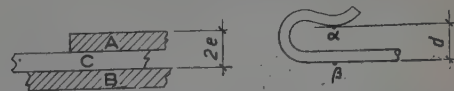


FIG. 7. — Conditions initiales géométriques.

La répartition des efforts entre les régions α et β dépend de la rigidité de la boucle et les valeurs relatives des longueurs $2e$ et d .

On est conduit à distinguer, du point de vue des conditions géométriques initiales, les cas où d est inférieur, égal ou supérieur à $2e$ (ou plus exactement à la distance séparant les faces supérieures des ardoises A et B).

Lorsque $d < 2e$, la région α de A est nécessairement intéressée la première; la région β de B l'est ensuite progressivement (fig. 8).



FIG. 8. — Premier cas : $d < 2e$.

L'ardoise A est intéressée en premier lieu dans la région α .

Lorsque $d \approx 2e$, les ardoises A et B sont intéressées simultanément, mais B est intéressé d'autant plus que la boucle est plus rigide (en pratique, elle doit être considérée comme très rigide) (fig. 9).



FIG. 9. — Deuxième cas : $d = \alpha\beta \approx 2e$.

L'ardoise A est certainement intéressée en α .

L'ardoise B est intéressée en β d'autant plus que la boucle $\alpha\beta$ du crochet est plus rigide.

Enfin, lorsque $d > 2e$ l'ardoise B est intéressée la première en β : elle demeure d'autant plus longtemps la seule intéressée que la boucle $\alpha\beta$ est plus rigide (fig. 10).

On peut se demander quelle est l'ardoise qui risque le plus d'être perforée; quelle est celle qui, lorsque F croît, sera perforée la première.

L'ardoise supérieure peut, a priori, être perforée la première dans le premier cas; ce fait se produira d'autant plus facilement que la boucle $\alpha\beta$ sera plus souple, l'ardoise A plus mince, l'ardoise B plus forte.

L'ardoise inférieure B peut être perforée la première, particulièrement dans le troisième cas; les circonstances « favorables » sont la rigidité de la boucle $\alpha\beta$ (condition remplie) et le fait, pour l'ardoise la plus forte, d'occuper la position supérieure A.

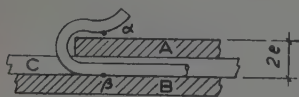


FIG. 10. — Troisième cas : $d = \alpha\beta > 2e$.

L'ardoise B est intéressée la première en β .

Elle demeure d'autant plus longtemps la seule intéressée que la boucle $\alpha\beta$ est plus rigide.

La perforation séparée de la première ardoise peut se produire dans le premier cas. Les circonstances qui la favorisent sont : boucle $\alpha\beta$ souple, ardoise A mince, ardoise B forte.

La perforation séparée de la deuxième ardoise peut se produire dans le troisième cas. Les circonstances qui la favorisent sont : rigidité de la boucle $\alpha\beta$ (condition toujours remplie), ardoise B mince.

Dispositif d'essai.

Des maquettes de toiture telles que celle reproduite (fig. 6) ont été construites; les crochets ont été soumis à

des charges croissantes, appliquées par l'intermédiaire d'une pièce de bois figurant un montant d'échelle (fig. 11).

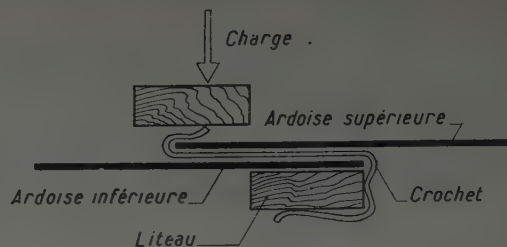


FIG. 11.

L'essai consiste à faire progressivement croître la charge jusqu'à rupture des deux ardoises intéressées par le crochet chargé. On note chaque fois les valeurs des charges ayant occasionné les ruptures, ainsi que l'épaisseur des ardoises supérieure et inférieure qui, en pratique, ne sont jamais identiques.

Résultats des essais.

Les résultats numériques comportent, comme il fallait s'y attendre, une assez grande dispersion. Qualitativement, les caractères suivants méritent d'être signalés.

Comme il était prévisible, a priori, ce sont seulement les régions α et β de A et B qui sont détériorées.

L'ardoise A est soumise à un véritable effet d'emporte-pièce. Bien maintenue par les ardoises C et C' elle ne fléchit pratiquement pas : aussi il est fréquent que les bords de l'entaille pratiquée en α par le crochet demeurent parallèles sur toute l'épaisseur de l'ardoise, sans éclatement du dessous (fig. 12).



Dessus

Dessous

FIG. 12.

L'ardoise B est beaucoup moins rigidement maintenue au voisinage du crochet : appuyée sur deux liteaux successifs, elle a tendance à fléchir dans son ensemble avant de se laisser perforer localement en β sous la charge concentrée du crochet. Si la perforation de B est à bords nets au-dessus, elle présente toujours une région d'éclatement importante à la partie inférieure.

Lorsque les ruptures des ardoises n'ont pas eu lieu simultanément, c'est toujours l'ardoise inférieure qui a cédé la première. Souvent même cette dernière était perforée, alors que la couverture, vue de dessus, ne semblait avoir subi aucun dommage.

En général, c'est lorsque l'ardoise inférieure est la plus mince que les ruptures des deux ardoises ne se font pas simultanément. Ces résultats s'expliquent par la grande rigidité de la boucle $\alpha\beta$ du crochet. Les charges mises en jeu pour provoquer les ruptures ont varié de 10 à 85 kg, tandis que la charge nécessaire pour produire le pliage complet du crochet seul a été trouvée égale à 250 kg environ.

Les résultats numériques sont donnés par le tableau e. Les deux premières colonnes donnent les épaisseurs. Dans le cas de perforations simultanées des deux ardoises, la charge correspondante est donnée dans la troisième colonne. Dans celui de perforations successives, la sixième colonne donne la valeur de la charge lors de la première perforation (celle de l'ardoise inférieure), la quatrième colonne donne la valeur correspondant à la deuxième perforation.

Tableau e.

ÉPAISSEUR de l'ardoise		CHARGES DE PERFORATIONS des ardoises			OBSERVATIONS
Inférieure	Supérieure	Inférieure	Supérieure	Simultanées	
mm	mm	kg	kg	kg	
1,9	1,5			10	Rupture par fissuration (ardoises minces).
1,7	1,9	10	12		
1,9	2,0	11	16		
1,9	2,0	15	20		
2,0	2,0	11	15		
2,0	2,3	22	25		
2,0	2,4	13	25		
1,8	2,1	20	41		
2,1	2,7	49	62		
2,5	3,2	41	76		
2,0	2,0			16	
2,2	2,5	28	37		
2,7	2,5			28	
2,1	2,7			66	
3,0	2,3			72	
2,7	3,0	43	87		
3,2	3,0			81	
2,9	2,3			81	
3,0	3,1			91	

L'interprétation graphique de tels résultats est fort malaisée : beaucoup trop de paramètres interviennent sur le résultat final (qui est la charge de rupture), pour rendre rigoureusement valable une représentation de ses variations, par exemple, de l'épaisseur des ardoises. En effet, la charge qui amène la perforation séparée de l'ardoise inférieure est l'action exercée en β par le crochet sur cette ardoise : ce n'est pas la force \vec{F} mesurée, laquelle est appliquée sur le crochet et est équilibrée, en gros, par l'ensemble des réactions exercées en α et β par les ardoises A et B, sur le crochet. Ces précisions nécessaires étant données, nous avons néanmoins tenté une illustration graphique des résultats obtenus en portant en ordonnée la charge \vec{F} observée, lorsque vient de se produire une rupture isolée (l'abscisse correspondante étant l'épaisseur de l'ardoise qui vient d'être rompue) ou lorsque viennent de se produire des ruptures simultanées

(l'abscisse correspondante étant l'épaisseur de la plus épaisse des deux ardoises rompues).

Malgré tout l'arbitraire que comporte une telle représentation, l'allure générale des résultats s'en dégage par-

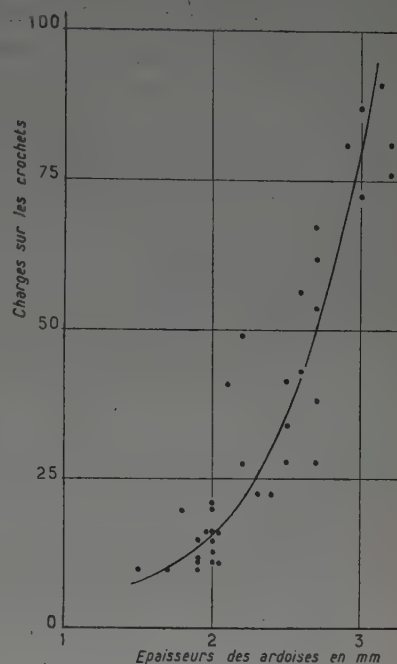


Fig. 13. — Perforation des ardoises.

faitement : nous avons tenté d'autres représentations que nous ne produisons pas, car l'allure générale obtenue était sensiblement la même. Nous donnons uniquement cette représentation — qui a le mérite de la simplicité (fig. 13).

Conclusion.

Le risque de perforation envisagée mérite d'autant plus d'être sérieusement pris en considération que des détériorations réelles peuvent, comme on l'a vu, ne pas apparaître à celui qui voit seulement la toiture par-dessus.

Il est évident que l'adoption de crochets « plats » constituerait, à ce point de vue, une judicieuse disposition.

Enfin, le rôle de l'épaisseur de l'ardoise apparaît, comme on devait s'y attendre, fondamental : en réduisant l'épaisseur de 3 mm à 2 mm, les expériences effectuées montrent que la charge amenant la perforation par des crochets ronds est divisée par un nombre de l'ordre de 5 (cette charge passe, en gros, de 75 kg à 15 kg). Comme dans la réalité, il est vraisemblable que des efforts de l'ordre de 20 à 30 kg peuvent assez fréquemment se trouver être exercés par les montants d'échelles sur les crochets, il apparaît donc prudent, avec le type de crochet rond, envisagé, de ne pas descendre l'épaisseur au-dessous de 2,5 mm.

— 136 —

Caractère local des chutes de grêle.

Il arrive fréquemment qu'une région étroitement limitée soit exclusivement saccagée par la grêle. En général, la grêle intéresse des régions en forme de ruban, de largeur comprise entre une centaine de mètres et 2 à 3 km. La longueur de ces rubans est très variable, si elle peut n'avoir que quelques kilomètres, elle peut aussi dépasser 100 km. Verticalement les zones de chute de grêle atteignent et dépassent 10 km.

Fréquence des chutes en un lieu donné.

Il est intéressant de savoir par exemple, si, en un lieu donné, il grêle en moyenne, deux fois, dix fois par an, ou davantage. C'est un renseignement d'importance capitale pour celui qui doit édifier une toiture en ce lieu. Mais pour dégager une vue d'ensemble valable de la fréquence des grêles, il faudrait connaître pour l'ensemble du terri-

Un tel graphique ne peut renseigner que sur un aspect de la question, il ne faut pas lui demander davantage. Au surplus, il faudrait non seulement un nombre plus grand de stations, mais dans une région quelconque donnée, on devrait prendre en considération un nombre de stations, proportionnel au nombre de mètres carrés de toiture si l'on s'intéresse aux toitures, à l'aire totale cultivée, si l'on s'intéresse aux cultures, etc.

A la question de la fréquence des chutes de grêle en un lieu donné, on peut rattacher celle des écarts entre une année et l'autre du nombre et de la violence des chutes.

Il est fatal que dans certaines années on observe des fréquences ou des violences record : ces années sont dites alors « années à grêle », ce qui n'accroît nullement notre connaissance du sujet.

En 1898, par exemple, il y a eu des chutes importantes de grêlons de 500 à 800 g (diamètres de 8 à 10 cm).

En 1950, il y eut également beaucoup de fortes grêles, avec des grêlons de 20 à 35 mm. Hors de France, on peut

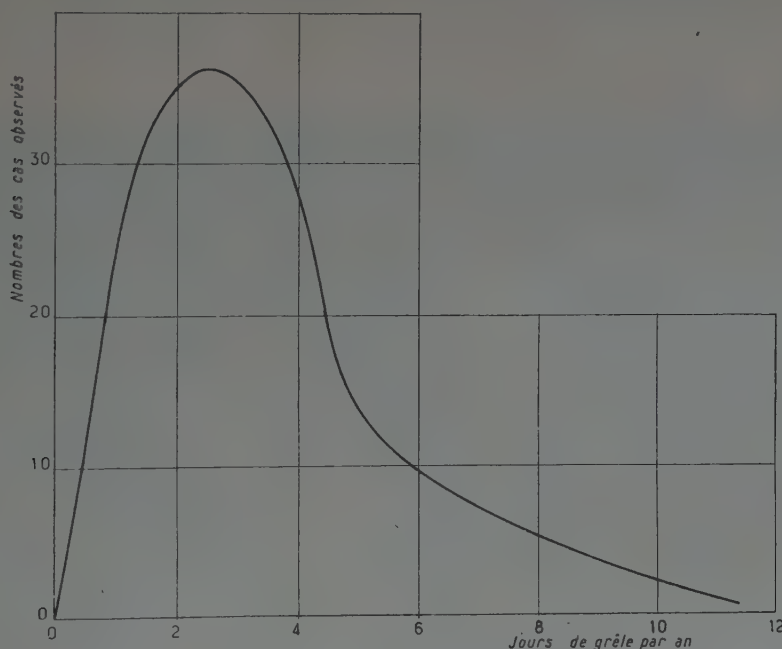


FIG. 15. — Nombre de journées de grêle par an.

Moyenne sur 10 ans d'observations effectuées en 160 points du territoire.

Le graphique fait connaître le nombre de stations où l'on a observé en moyenne 1, 2, *n*. chutes de grêle par an.

toire, les nombres de mètres carrés de toiture, ayant subi, en un an, une grêle, deux grêles, et de façon générale *n* grêles. A défaut d'une telle documentation, que nous ne sommes pas près de posséder, nous avons utilisé les observations effectuées en 160 stations du territoire métropolitain français. Les résultats sont donnés par la figure 15. On y voit par exemple que dans 35 stations on a observé (sur 10 ans) une moyenne annuelle de 2 jours de grêle; que les cas les plus fréquents sont ceux de 2 à 4 jours de grêle par an et que les cas de 10 jours de grêle par an sont rares (deux stations). Certes il y a grêle et grêle, et l'important pour une toiture est beaucoup moins le nombre des chutes de grêle qu'elle supportera, que leur violence.

citer parmi les chutes de grêles mémorables, celle de 1906 à Bizerte où des grêlons de 1 200 g ont été observés, et celles de 1898, aux Indes où 250 personnes et 750 têtes de bétail ont été tuées.

Répartition géographique des chutes de grêle.

La grêle semble tomber de préférence dans les régions chaudes et humides, ou marécageuses, ainsi que dans les régions situées en avant des massifs montagneux (zones favorables à la formation de courants ascendants), par contre il est généralement admis que la grêle tombe avec une moindre fréquence dans les régions de plaines.

Les résultats d'observations (pendant 10 ans) portant sur 160 points du territoire sont donnés par la carte, figure 23, page 144. (La remarque du paragraphe précédent s'applique sans changement.)

Durée des chutes de grêle.

Nous avons là encore interprété graphiquement les résultats d'observations effectuées en 160 stations du territoire français métropolitain.

La figure 16 fait connaître pour des durées croissant de

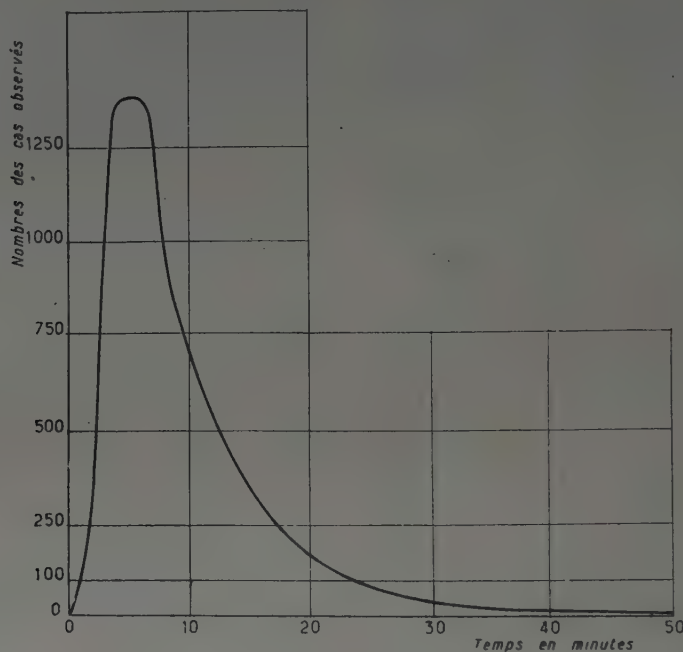


FIG. 16.

minute en minute le nombre de chutes de grêle (observées en 10 ans) dont la durée est comprise entre les deux durées prises en considération : par exemple, il a été observé 750 cas de chutes de grêle de durées comprises entre 9 et 10 mn.

On conçoit qu'on ne doive pas accorder une adhésion sans réserve à toutes les conclusions que peut suggérer l'examen de la courbe; par exemple la pointe très aiguë correspondant à une durée de 5 mn correspond probablement au fait que cette durée ait pu être attribuée, au sentiment, à des chutes de grêle ayant duré en réalité de 3 à 7 mn.

Nous avons utilisé des données fournies par l'E. C. M. Mais nous sommes responsables de tout l'arbitraire que peut comporter leur interprétation par les figures 15, 16, 23, figures que nous donnons seulement à titre d'illustration. Il en est de même pour la carte de la répartition de la grêle en France.

Renseignements sur les caractéristiques dont peut dépendre l'effet destructeur d'une chute de grêle.

La grêle accompagnée ou non de pluie commence, augmente d'intensité, atteint en gros un régime, puis diminue et cesse.

Supposons établi un régime uniforme de chute de grêlons. Ce régime peut être défini par :

1° Des données d'ensemble telles, que le débit poids par mètre carré et seconde, qu'il conviendrait de com-

pléter par le débit numérique, en grêlons par mètre carré et seconde, voire par la granulométrie de l'ensemble des grêlons tombés.

2° Supposons pour simplifier les grêlons identiques, il importe de connaître :

- a) Leur dimension et leur masse;
- b) Leur vitesse (en grandeur et direction);
- c) Les propriétés mécaniques du matériau constitutif du grêlon.

Examinons rapidement ces divers points :

Nous n'avons pu nous procurer de données statistiques sûres concernant les débits (en poids ou en nombre) aussi nous devons nous borner à examiner seulement les derniers points.

Dimensions et masse des grêlons.

Les grêlons sont habituellement de forme sensiblement sphérique; leur diamètre est généralement compris entre 20 et 2 mm.

Les grêlons de diamètre inférieur à 5 mm ne sont guère dangereux pour les ardoises.

On peut de même négliger l'action des grêlons extrêmement gros en raison de leur rareté. La figure 17 reproduit, sensiblement en grandeur nature, la photographie, extraite d'une publication de l'Union Sud-Africaine, d'un grêlon de dimensions record. L'augmentation des dimensions est produite, comme cela a lieu pour beaucoup de grêlons de taille exceptionnelle, par agglomération de cristaux ou grêlons. L'agrégat obtenu comporte généralement des vides.

La densité d'un grêlon plein est sensiblement celle de la glace compacte soit 0,917. C'est cette valeur que nous adopterons pour évaluer le poids d'un grêlon de diamètre donné. (Pour un grêlon de très grand diamètre, cette valeur serait trop forte.)

Vitesse des grêlons.

L'effet destructeur d'un grêlon de masse donné dépend évidemment de la vitesse de celui-ci et de l'angle d'incidence de sa trajectoire avec la surface de l'ardoise.

Nous nous sommes contentés d'envisager le cas le plus défavorable pour l'ardoise : celui de l'incidence normale.

La mesure directe de la vitesse de chute des grêlons n'a pas à notre connaissance été effectuée. Leur vitesse n'est d'ailleurs pas celle correspondant à une simple chute libre dans l'air : il peut s'y ajouter des composantes horizontales ou verticales dues au vent, les composantes verticales descendantes pouvant accroître la vitesse de chute, donc la vitesse au moment de l'impact.

Faute de données permettant de faire mieux, nous nous sommes contentés, pour obtenir un ordre de grandeur d'envisager le cas d'une chute libre dans l'air.

On se donne le diamètre d du grêlon, d'où sa masse m , et l'aire S de la section droite du cylindre de l'espace balayé par le grêlon pendant sa chute.

La résistance que l'air oppose à l'avancement du grêlon est une force verticale ascendante proportionnelle au



FIG. 17. — Grêlon grandeur nature.

carré v^2 de la vitesse (dans un certain domaine de vitesses, ou plus exactement de nombres de Reynolds).

L'expression de cette forme est pour une sphère :

$$(1) F = KSp^2 \quad \text{avec} \quad K = 0,027 \text{ kg force/m}^2 (\text{m/s})^2$$

Égalant KSp^2 au poids du grêlon, on obtient par cette expression la vitesse limite V de chute. Cette vitesse limite est proportionnelle à la racine carrée du diamètre de la sphère. On obtient par exemple :

DIAMÈTRE DU GRÊLON	VITESSE LIMITE
mm	m/s
10	15
15	18
20	21

Quand la vitesse limite est atteinte, le mouvement devient uniforme. En théorie, une sphère abandonnée sans vitesse n'atteint sa vitesse limite qu'au bout d'un temps infini, donc après une hauteur de chute infinie.

On peut considérer la vitesse limite comme pratiquement atteinte lorsque la vitesse atteinte réellement est égale, par exemple, aux 99/100 de la vitesse limite théorique.

Pour connaître la hauteur de chute nécessaire pour que la vitesse limite soit pratiquement atteinte, il est nécessaire d'intégrer l'équation du mouvement.

Le calcul classique donne pour la hauteur x de chute nécessaire pour atteindre la vitesse v l'expression :

$$(2) \quad x = \frac{V^2}{2g} \log \frac{V^2}{V^2 - v^2}$$

où V désigne la vitesse limite.

Les hauteurs cherchées s'obtiennent en remplaçant v par $0,99V$.

La formule (2) montre que ces hauteurs sont proportionnelles au carré de la vitesse limite, donc *proportionnelles au diamètre du grêlon*.

On obtient par exemple pour les diamètres de grêlons déjà considérés :

DIAMÈTRE des grêlons	VITESSES limites	HAUTEURS DE CHUTE nécessaires pour atteindre pratiquement la vitesse limite
mm	m/s	m
10	15	45
15	18	68
20	21	90

En réalité, les hauteurs de chute des grêlons peuvent être de l'ordre de plusieurs kilomètres. On peut donc conclure des résultats du calcul précédent que les grêlons atteignent toujours leur vitesse limite. Les tableaux donnant celle-ci fournissent donc une estimation parfaitement correcte de l'ordre de grandeur des vitesses correspondantes d'impact.

Propriétés mécaniques du matériau constituant le grêlon.

Il serait logique pour définir parfaitement les propriétés du grêlon, susceptibles de rendre le choc plus ou moins destructeur, de s'intéresser par exemple aux paramètres élastiques à la fragilité, à la plasticité.

Une détermination directe sur des grêlons n'a pas à notre connaissance été faite. Nous donnons à titre de renseignements quelques résultats concernant la glace (BOUASSE, *Résistance des Matériaux*).

Il est d'abord difficile d'obtenir des cylindres homogènes (ils sont habituellement poreux dans l'axe).

La détermination du module d'Young est délicate.

Pour des raisons diverses, les méthodes habituelles d'allongement ou compression élastique, d'oscillations de flexion ne donnent que de mauvais résultats.

Parmi les meilleures méthodes on doit citer celle utilisant la flexion qui donne des nombres (peu concordants) de l'ordre de 640 kg/mm^2 soit en CGS $E = 64 \cdot 10^9$.

Enfin la méthode des vibrations transversales (verge de section rectangulaire) donne pour E des valeurs de 800 kg/mm^2 .

L'ouvrage cité donne également des renseignements sur la résistance à la rupture, la plasticité, etc. Nous n'insistons pas.

La recherche effectuée ci-dessus des conditions susceptibles de définir une « grêle type » fait ressortir les difficultés nombreuses d'une telle entreprise. Les données statistiques nécessaires sont actuellement insuffisantes et l'incertitude qui en résulte rendrait pratiquement illusoire par exemple la précision que l'on pourrait rechercher lors d'essais dans la reproduction, des paramètres élastiques et autres gouvernant le pouvoir destructeur d'un choc. Nous sommes donc conduits à renoncer à l'idée d'une technique d'essai dont les résultats possèderaient une valeur en quelque sorte, absolue : c'est donc à l'obtention de résultats comparatifs que nous devons borner notre ambition.

Réalisation d'un dispositif d'essai.

Les considérations précédentes nous ont orientés vers le choix d'un essai le plus simple possible.

Renonçant à nous procurer des billes de densité et de module d'élasticité comparables à ceux de la glace qui seraient ensuite projetées sur les ardoises avec des vitesses de l'ordre de celles atteintes par les grêlons de même grosseur, nous avons simplement utilisé des billes d'acier.

Nous nous sommes de plus limités à un seul diamètre, soit 20 mm. Ces billes possèdent, après 2,5 m de chute libre, la même énergie cinétique qu'un grêlon de même diamètre, à sa vitesse d'impact.

Le dispositif d'essai se réduit donc (fig. 18) à un châssis présentant deux appuis parallèles, distants de 20 mm, sur lesquels repose l'ardoise, surmonté en son centre d'une cheminée verticale, constituée par deux cornières d'aluminium, de hauteur 2 m assurant le guidage de la bille pendant sa chute. (La hauteur 2 m a été préférée à celle de 2,50 m pour des raisons de commodité de construction et de service.)



Fig. 18.

Mode opératoire.

Après avoir disposé l'ardoise sur ses appuis, on laisse tomber la bille de 2 m de hauteur; si l'ardoise n'est pas perforée, on recommence autant de fois qu'il est nécessaire pour obtenir la perforation complète. On note le nombre de coups et l'épaisseur de l'ardoise.

Résultats des essais.

Tant que l'épaisseur de l'ardoise ne dépasse pas 1,5 mm celle-ci est perforée du premier coup. En même temps des fissurations se produisent, qui partagent l'ardoise en plusieurs parties.

Jusqu'à une épaisseur de 2 mm, on observe le même phénomène mais après un nombre de coups variable de 2 à 10, selon l'épaisseur.

Les ardoises saines, d'épaisseur supérieure à 2 mm, présentent d'abord un écaillage de la face inférieure; la perforation se fait ensuite sans fissuration : la bille d'acier passe à travers l'ardoise.

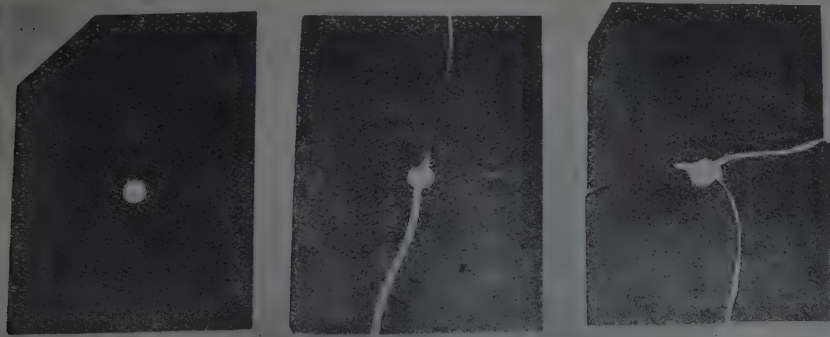


Fig. 19.

Ces expériences mettent nettement en évidence l'existence de deux épaisseurs critiques.

1° Celle au-dessous de laquelle l'ardoise est perforée et vole en éclats du premier coup : (elle est de l'ordre de 1,5 mm);

2° Celle en dessous de laquelle toute perforation obtenue après un ou plusieurs coups s'accompagne de fissuration : (elle est de l'ordre de 2 mm).

Sans attacher une valeur trop absolue à ce deuxième résultat (il serait probablement différent si l'on avait choisi un autre espacement pour les appuis et un autre diamètre pour le projectile), il convient d'en souligner l'importance. M. SNOKE du Bureau des Standards nous a signalé, par exemple, le cas d'observations personnelles effectuées sur couvertures anciennes où de nombreuses ardoises présentaient de tels trous, sans fissuration.

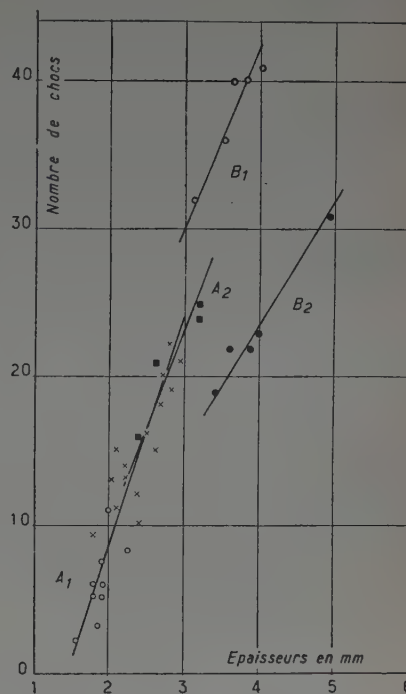


Fig. 20. — Perforations des ardoises par chocs répétés.

L'épaisseur critique considérée, mise en évidence par nos essais, se présente donc aussi dans la réalité. (Dans le cas où la toiture n'est pas réparée aussitôt, une ardoise trouée est préférable à plus d'ardoise du tout.)

De façon générale, la résistance à la perforation augmente rapidement avec l'épaisseur (fig. 19).

Les résultats obtenus sont représentés graphiquement sur la figure 20 donnant, pour chaque ardoise expérimentée, l'épaisseur et le nombre de coups ayant amené la perforation.

Quatre sortes d'ardoises ont été expérimentées :

Les ardoises A₁, en provenance d'Angers, sont représentées :

— Par des points . dans le cas de perforations avec fissuration.

— Par des croix × dans le cas de perforations sans fissuration.

Les ardoises A₂, en provenance d'Angers, sont représentées par des carrés (perforation sans fissuration).

Les ardoises B₁, en provenance de l'Est, sont représentées par des disques noirs (perforation sans fissuration).

Les ardoises B₂, en provenance de l'Est, sont représentées par des disques blancs (perforation sans fissuration).

Les ardoises B étaient dans l'ensemble plus épaisses que les A (le schiste des B₁ était d'autre part beaucoup plus résistant que celui des B₂).

Les A₁ et A₂ donnent des points figuratifs dont les groupements se prolongent bien (contrairement avec B₁ et B₂). Pour cette classe d'ardoises, le nombre de coups amenant la perforation passe en gros de 25 à 10 lorsque l'épaisseur passe de 3 mm à 2 mm et de plus on atteint l'épaisseur critique.

V. — RÉPARTITION DES ÉPAISSEURS DANS UN LOT

Utilité d'une étude de la répartition des épaisseurs.

Les chapitres précédents ont montré comment varie avec l'épaisseur la résistance à la flexion et à la perforation, soit par pression de crochets, soit par choc. De façon générale, la résistance décroît très vite quand l'épaisseur diminue.

Les résultats obtenus permettent donc de se faire une idée assez précise de la résistance d'ardoises d'épaisseur connue. Cependant, dans la réalité, l'usager doit, en outre, tenir compte du fait que les ardoises d'un même lot ne sont pas toutes de même épaisseur. Celles-ci se répartissent autour d'une valeur moyenne égale, en principe, à l'épaisseur nominale. Si le groupement formé est très compact autour de cette valeur, il y aura très peu d'ardoises dont l'épaisseur sera trop faible; si, au contraire, le groupement est très étalé, une fraction notable du lot sera formée d'ardoises trop minces.

On conçoit que la connaissance de l'épaisseur nominale, ou moyenne, ne soit pas, pour l'usager, une donnée suffisante : il faut la compléter par celle de la répartition des épaisseurs. Nous allons donner deux exemples d'étude de répartition des épaisseurs : sans présenter de valeur absolue, ils permettent cependant de préciser des ordres de grandeur.

Mode opératoire.

Habituellement on estime, sur chantier, l'épaisseur moyenne des ardoises en mesurant, par exemple, la hauteur d'un tas forcé d'un nombre connu d'ardoises.

Il existe également des sortes de calibres dits « roulettes » rappelant ceux utilisés dans les ateliers de mécanique. Une difficulté de mesure évidente est le manque d'uniformité de l'épaisseur, dans une même ardoise : une ardoise n'a pas « une » mais « des » épaisseurs et ce n'est pas sans arbitraire que l'on peut définir une « épaisseur moyenne ».

Les résultats donnés ci-dessous ont été obtenus en effectuant, pour chaque ardoise, la moyenne des mesures de l'épaisseur en quatre points, situés sensiblement sur les diagonales, à quelques centimètres du bord. Ces mesures ont été effectuées au moyen d'un palmer. Il résulte de ce mode opératoire une définition empirique de l'« épaisseur moyenne ».

La surface d'une ardoise étant beaucoup mieux définie que son épaisseur, on peut poser aussi comme relation de définition de l'« épaisseur moyenne », l'égalité :

$$\text{volume} = \text{surface} \times \text{« épaisseur moyenne »}.$$

Cette définition est moins empirique que la précédente. On peut cependant trouver sa clarté artificielle et, en quelque sorte, dangereuse. D'une part, une mesure utilisant cette définition comporte la détermination d'une surface et d'un volume, ce qui est long et incommode; d'autre part, il convient de remarquer que la rupture d'un matériau n'est pas, en général, le fait d'une « épaisseur moyenne » insuffisante, mais celui d'une épaisseur trop faible en un endroit déterminé.

Nous avons cependant utilisé cette deuxième définition et le mode opératoire qu'elle implique pour comparer l'épaisseur moyenne des ardoises d'un lot globalement (en divisant le volume total des ardoises, obtenu hydrostatiquement en une seule opération, par la surface totale) à la moyenne des déterminations individuelles effectuées au palmer.

Nous n'avons pas fait de mesures individuelles hydrostatiques. Aussi, pour le repérage des écarts individuels à l'épaisseur moyenne, nous avons exclusivement utilisé les moyennes obtenues d'après mesures effectuées au palmer.

Résultats des mesures.

Nos mesures ont porté sur deux échantillons de cinquante ardoises chacun : le premier composé d'ardoises d'épaisseur nominale 2,2 mm; le deuxième, d'ardoises d'épaisseur nominale 2,7 mm. Nous avons calculé chaque fois l'écart quadratique moyen (par rapport à la valeur moyenne des mesures effectuées au palmer).

ÉPAISSEUR nominale	MOYENNE des mesures d'épaisseur	ÉCART QUADRATIQUE moyen
2,2 mm	2,25 mm	0,284
2,7 mm	2,6 mm	0,288

Les « épaisseurs moyennes » correspondantes mesurées hydrostatiquement ont été trouvées égales à 2,17 et 2,5 mm, elles sont un peu plus faibles que les valeurs précédentes. Il n'est pas surprenant que l'on observe une telle différence, cela tient probablement à la fois à l'arbitraire des définitions, à l'existence d'« erreurs » personnelles possibles dues aux choix des points où ont été

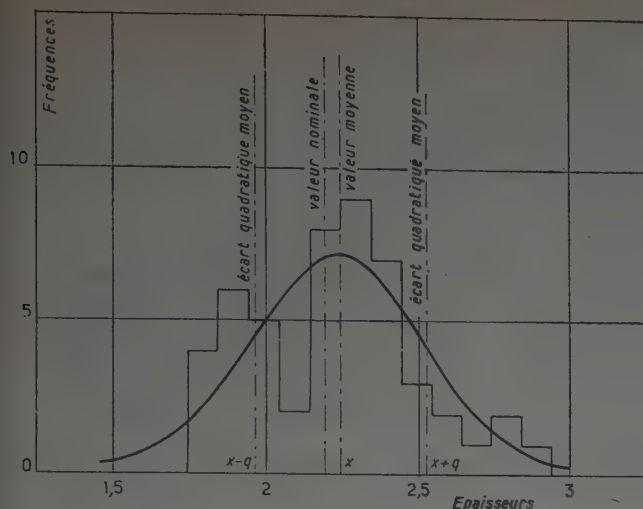


FIG. 21. — Répartition des épaisseurs dans un lot de 50 ardoises de 2,2 mm.

effectuées les mesures au palmer et au fait que le palmer mène systématiquement des plans tangents aux points les plus élevés, de la petite surface qu'il prend en considération.

Les figures 21 et 22 donnent une représentation graphique des résultats bruts des mesures. On a groupé des ardoises en classes où l'épaisseur croît de dixième de millimètre en dixième de millimètre. Le nombre des ardoises de chaque classe est représenté par un rectangle : sa base est un segment de l'axe ox , de mesure 0,1 mm (à l'échelle choisie), sa hauteur selon oy est égale (en cm) au nombre des ardoises de la classe considérée. On voit, par exemple, sur la figure 21 que cinq ardoises ont leur épaisseur comprise entre 1,95 et 2,05 mm; deux ardoises entre 2,75 et 2,85 mm.

Ce même graphique montre que sur cinquante ardoises,

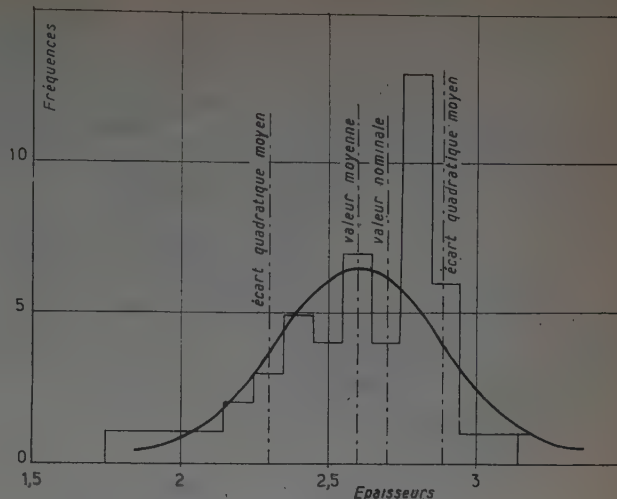


FIG. 22. — Répartition des épaisseurs dans un lot de 50 ardoises de 2,7 mm.

d'épaisseur nominale 2,2 mm, dix-sept ardoises ont une épaisseur inférieure à 2,15 mm. Sur les graphiques 21 et 22 ont été portées également les valeurs de l'épaisseur nominale, de l'épaisseur moyenne trouvée X , ainsi que des valeurs $X + q$ et $X - q$ s'écartant de cette dernière d'une quantité égale à l'écart quadratique moyen trouvé.

Nous avons tracé également la courbe en cloche représentative d'une distribution normale possédant même valeur moyenne et même écart quadratique moyen que la distribution observée, l'une comprise entre cette courbe et l'axe Ox , égalant l'aire de la courbe en « bâtons » correspondante.

Nous ne discuterons pas la légitimité de l'hypothèse d'une distribution gaussienne des écarts impliquée par cette représentation : nous n'attachons pas à cette dernière d'autre importance que celle d'une illustration.

CONCLUSION

Nous avons, au cours de ces essais, obtenu une confirmation numérique des qualités classiques de l'ardoise comme l'imperméabilité à l'eau, même sous faible épaisseur, et la résistance au gel. Les essais de résistance à la rupture par flexion ont confirmé la proportionnalité de cette résistance au carré de l'épaisseur de l'ardoise; ces essais peuvent avantageusement être faits sur ardoises entières, l'accroissement de dispersion qui peut en résulter (comparativement aux essais sur éprouvettes découpées) est produit par l'irrégularité de la fourniture.

L'étude des conséquences du chargement des crochets de fixation par les échelles des couvreurs est sans objet lorsque les règles de l'Art sont strictement appliquées : on nous pardonnera de ne pas nous être placés à ce seul point de vue (quelque peu de Sirius) et d'avoir ainsi pré-

cisé la nature et la grandeur des désordres qui se produisent. Enfin l'essai de fragilité proposé, bien que ne pouvant prétendre transposer exactement une « grêle type », a eu le mérite de permettre un classement facile des qualités d'ardoises et de mettre en évidence l'existence d'épaisseurs critiques au-dessous desquelles on risque non seulement la perforation, mais la fissuration et même l'éclatement de l'ardoise.

L'épaisseur de 2,7 mm nous paraît, en conclusion, ne guère pouvoir être abaissée sans risques sérieux (que les résultats obtenus permettent de chiffrer), particulièrement lorsque la fourniture présente autour de son épaisseur nominale une dispersion de l'ordre de celles rencontrées dans les exemples d'études de répartition d'épaisseurs, cités dans cette étude.

(Reproduction interdite.)

FÉVRIER 1953

Sixième Année, N° 62.

Série : THÉORIES ET MÉTHODES DE CALCUL (XVIII).

FONDATEMENTS CIRCULAIRES PLEINES OU CIRCULAIRES ANNULAIRES SOUMISES A DES CHARGES EXCENTRÉES

Par **M. G. MERCY,**

Ingénieur du Conservatoire National des Arts et Métiers.

Chef des Services Techniques du *Bureau Securitاس*.

RÉSUMÉ

Cette étude permet de déterminer, par abaques, les contraintes normales des sections circulaires annulaires fléchies et comprimées et pour lesquelles la résistance est nulle à la traction.

Ce cas est applicable en particulier aux sols de fondations recevant des semelles circulaires.

Trois abaques permettent de résoudre tous les cas en fonction de l'épaisseur de l'anneau et de l'excentricité de la résultante des forces appliquées.

SUMMARY

This investigation enables one to determine by means of graphs the normal stresses of annular circular sections in flexure and compression, for which the tensile strength is zero.

This case is particularly applicable to foundation soils supporting circular concrete slabs.

Three graphs permit the solution of all cases in function of ring thickness and eccentricity of the resultant of applied forces.

INTRODUCTION

Le calcul des contraintes du sol, pour une fondation dont le plan de base est un anneau circulaire et dont la résultante des forces verticales appliquées perce ce plan en un point différent du centre de l'anneau, est fastidieux si l'on veut traiter directement chaque cas.

Il est possible de réduire ce calcul à quelques opérations très expéditives si l'on dresse des abaques permettant de résoudre le problème d'une manière analogue aux abaques de flexion composée.

Nous avons établi plusieurs abaques répondant aux différents cas d'équilibres possibles. Avec cette série venant en complément à la circulaire de l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics, série Z, n° 16, traitant des fondations rectangulaires, dont M. HAHN est l'auteur, les ingénieurs pourront résoudre tous les problèmes de fondations de massifs circulaires et rectangulaires.

NOTATIONS EMPLOYÉES

Les notations employées s'expliquent d'elles-mêmes par les figures 1 et 1 a.

Nous appelons :

R le rayon du cercle extérieur;

λR — — — intérieur;

d'où il résulte que λ varie de 0 à 1 pour couvrir tous les cas.

N la résultante verticale des forces appliquées en c ;

e l'excentricité de cette résultante par rapport au centre de l'anneau;

ξ l'excentricité relative $\xi = \frac{e}{R}$;

M le moment de N par rapport au centre de l'anneau, soit : $M = Ne$;

Ω l'aire de la section annulaire;

I son moment d'inertie par rapport à un diamètre;

n la contrainte maximum du sol (compression positive);

n' la contrainte minimum du sol (compression positive);

α l'angle du rayon du cercle extérieur coupant la droite des contraintes nulles avec le diamètre oc .

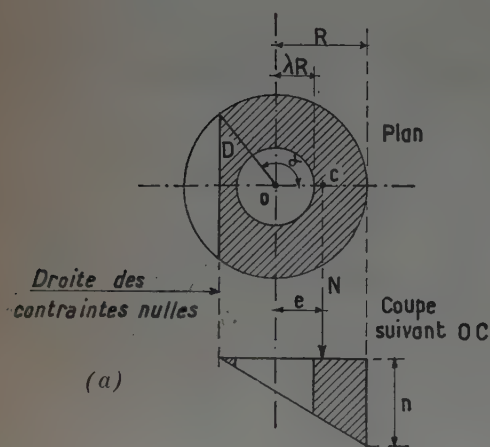


FIG. 1.

Les abaques sont gradués en $\xi = \frac{e}{R}$, $\varphi = \frac{N}{nR^2}$ et éventuellement en $\mu = \frac{M}{nR^3}$.

Premier cas. — La droite des contraintes nulles est située en dehors de la section.

Ce cas correspond à une faible excentricité de la résultante verticale des forces appliquées, telle que toute la section annulaire soit comprimée.

Cela veut dire que le diagramme des contraintes, tracé sur le plan vertical contenant le diamètre oc , est constitué par deux trapèzes si l'on a un anneau, d'un trapèze unique si l'on a un cercle.

Le calcul direct des contraintes est, dans ce cas, très aisé; on a, en effet :

$$n = \frac{N}{\Omega} \pm \frac{MR}{I}$$

il peut donc sembler sans intérêt d'établir un abaque pour un calcul direct expéditif, néanmoins, nous avons pensé compléter utilement l'étude des sections annulaires en traitant ce cas.

Avec les notations indiquées précédemment, nous obtenons :

$$n = \frac{N}{\pi R^2} \frac{1 + \lambda^2 \pm 4\xi}{1 - \lambda^2}$$

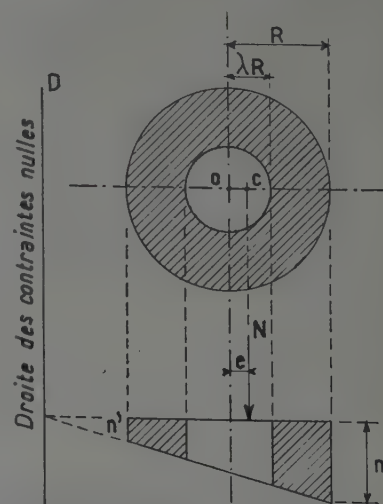


FIG. 2.

On peut dresser un réseau de courbes $\varphi(\lambda, \xi)$ tel que :

$$\varphi = \frac{N}{nR^2} = \frac{\pi(1 - \lambda^4)}{1 + \lambda^2 + 4\xi}.$$

Les courbes relatives à la contrainte maximum n seront données par :

$$\varphi = \frac{N}{nR^2} = \frac{\pi(1 - \lambda^4)}{1 + \lambda^2 + 4\xi}.$$

Les courbes relatives à la contrainte minimum n' seront données par :

$$\varphi' = \frac{N}{n'R^2} = \frac{\pi(1 - \lambda^4)}{1 + \lambda^2 - 4\xi}.$$

L'abaque I donne ces courbes, les valeurs de φ et φ' sont lues sur la droite des ordonnées, celles de λ sont sur la droite des abscisses.

Les courbes en traits pleins sont relatives à la contrainte n , donc à φ ; celles relatives à la contrainte n' , donc à φ' , sont en traits mixtes (trait, point, trait).

La courbe en pointillé fin ($\xi = 0$) correspond à une excentricité nulle, dans ce cas $n = n'$.

La courbe en pointillé fin, inférieure, aboutissant à $\varphi = \frac{\pi}{2}$ pour $\lambda = 0$ correspond à la frontière des valeurs de ξ telles que N est au bord du noyau central; autrement dit $n' = 0$. L'équation de cette courbe est alors :

$$\varphi_1 = \frac{\pi}{2}(1 - \lambda^2) \quad \text{puisque} \quad 1 + \lambda^2 - 4\xi = 0.$$

Les courbes $\xi > 0,25$ qui traversent la courbe φ_1 sont prolongées au-dessous de φ_1 par des tirets; elles correspondent au cas de $1 + \lambda^2 - 4\xi < 0$, c'est-à-dire à n' négatif.

Il va de soi que les valeurs n et n' marchent par couples, il en résulte que si on admet un n' négatif, c'est-à-dire une contrainte de traction, il lui correspond un n positif de compression compris dans les portions de ξ (tirets) sous la courbe pointillée φ_1 . Mais cela impose une droite de contraintes nulles à l'intérieur de la section travaillant en solide homogène. Ce cas ne saurait être celui des sols de fondations pour lesquels la résistance à la traction doit être considérée comme nulle.

Donc le cas d'un couple de valeurs ξ et λ , tel que le point représentatif soit situé au-dessous de la courbe φ_1 , correspond à une valeur φ acceptable, à condition d'admettre $n' < 0$ (traction). Si l'on veut trouver un état d'équilibre excluant toute traction, l'abaque I ne convient pas, il faut consulter l'abaque III. Donnons un exemple :

Soit une fondation en couronne, d'un château d'eau; largeur de la couronne : 2 m, rayon extérieur : 10 m. Résultante verticale : 3 000 t, excentricité : 2 m. Quelles sont les contraintes du sol ?

$$\text{On a : } R = 10, \lambda = \frac{8}{10} = 0,8, \xi = \frac{e}{R} = \frac{2}{10} = 0,2.$$

L'abaque I donne :

$$\varphi = \frac{N}{nR^2} = 0,76, \quad \text{d'où : } n = \frac{3\,000}{0,76 \times 100} = 39,5 \text{ t/m}^2$$

$$\varphi' = \frac{N}{n'R^2} = 2,21, \quad \text{d'où : } n' = \frac{3\,000}{2,21 \times 100} = 13,6 \text{ t/m}^2.$$

Supposons que l'excentricité passe à 5 m, $\xi = \frac{5}{10} = 0,5$, le point ($\lambda = 0,8, \xi = 0,5$) est au-dessous de la ligne pointillée φ_1 ; cela veut dire que la section subit des tractions. L'abaque permet de trouver la contrainte de compression n , puisqu'on a $\varphi = 0,51$, d'où :

$$n = \frac{3\,000}{0,51 \times 100} = 58,9 \text{ t/m}^2,$$

mais la contrainte correspondante n' est une traction et, de ce fait, ne peut être donnée par l'abaque; on peut l'obtenir par la relation :

$$\varphi' = \frac{\pi(1 - \lambda^4)}{1 + \lambda^2 - 4\xi} = -\pi \frac{0,5906}{0,36} = -5,15$$

d'où :

$$n' = -\frac{3\,000}{5,15 \times 100} = -5,84 \text{ tm}^2.$$

Il va de soi qu'il est facile d'établir le réseau de courbes correspondant à φ' , mais notre but étant l'étude de l'équilibre des sections avec résistances nulles en traction, nous n'avons pas jugé utile de tracer ces courbes. L'exemple précédent n'a été choisi que pour montrer les limites d'emploi de l'abaque I. On peut donc se poser le deuxième problème :

Avec l'exemple précédent, quelle est la contrainte n si l'on n'accepte pas de tractions ?

Nous avons vu que l'abaque I ne satisfait pas à cette question; nous traiterons donc cet exemple après étude de l'abaque III.

Troisième problème :

Avec les données précédentes, quelle est l'excentricité correspondant à n' nulle et par suite à n maximum ? (limite du noyau central).

L'intersection de la ligne pointillée φ_1 avec la droite d'équation : $\lambda = 0,8$ donne $\xi = 0,41$, d'où : $e = \xi R = 0,41 \times 10 = 4,10$ m, il lui correspond $\varphi = 0,565$, d'où : $n = \frac{3\,000}{0,565 \times 100} = 53$ t/m², $n' = 0$.

Deuxième cas. — La droite des contraintes nulles traverse la section.

L'étude de ce cas conduit à deux subdivisions :

- La droite des contraintes nulles traverse le cercle extérieur exclusivement.
- La droite des contraintes nulles traverse les deux cercles.

Examinons le cas 2 a :

Rappelons que nous cherchons un équilibre ne comportant que des compressions. Il s'ensuit que le diagramme des contraintes, projeté sur un plan vertical passant par le diamètre ox , est un triangle (fig. 3 a).

Le domaine contenant la droite des contraintes nulles est le domaine hachuré de la figure 3; on a donc :

$$\lambda \leq |\cos \alpha| \leq 1$$

soient :

x et y les coordonnées d'un point quelconque du grand cercle;
 θ l'angle du rayon vecteur correspondant à ce point, avec l'axe ox ;
 x_1 et y_1 les coordonnées du point d'intersection du rayon vecteur, avec le petit cercle;
 η une contrainte intérieure de la section correspondant au point d'abscisse x ;
 η_1 une contrainte intérieure correspondant au point d'abscisse x_1 ;

avec les relations :

$$\begin{aligned} x &= R \cos \theta, & y &= R \sin \theta, & dx &= R \sin \theta \, d\theta, \\ x_1 &= \lambda R \cos \theta, & y_1 &= \lambda R \sin \theta, & dx_1 &= \lambda R \sin \theta \, d\theta, \end{aligned}$$

il est aisé d'établir les relations :

$$\eta = n \frac{\cos \theta - \cos \alpha}{1 - \cos \alpha}, \quad \eta_1 = n \frac{\lambda \cos \theta - \cos \alpha}{1 - \cos \alpha}.$$

La contrainte totale s'exerçant sur un élément de surface de largeur dx ou dx_1 , sera :

$$\begin{aligned} &2y\eta \, dx, \text{ pour l'élément d'abscisse } x, \\ &2y_1\eta_1 \, dx_1, \text{ pour l'élément d'abscisse } x_1. \end{aligned}$$

Ceci étant, nous avons les équations d'équilibre :

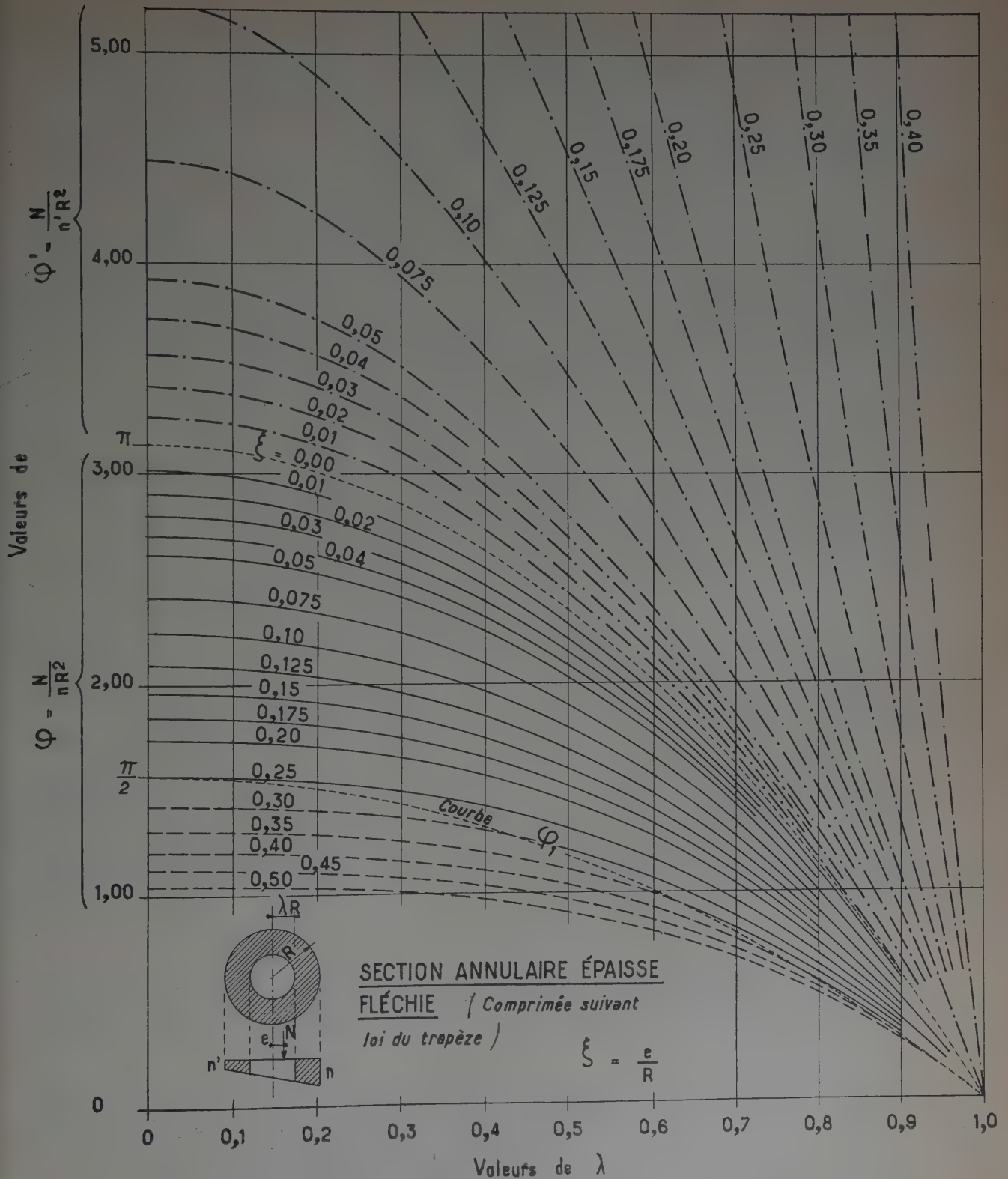
$$N + \int_0^\pi 2y\eta \, dx - \int_0^\pi 2y_1\eta_1 \, dx_1 = 0$$

$$M + \int_0^\pi 2y\eta x \, dx - \int_0^\pi 2y_1\eta_1 x_1 \, dx_1 = 0.$$

soient :

$$\frac{N}{2nR^2} = \int_0^\pi \frac{\cos \theta - \cos \alpha}{1 - \cos \alpha} \sin^2 \theta \, d\theta - \lambda^2 \int_0^\pi \frac{\lambda \cos \theta - \cos \alpha}{1 - \cos \alpha} \sin^2 \theta \, d\theta$$

$$\frac{M}{2nR^3} = \int_0^\pi \frac{\cos \theta - \cos \alpha}{1 - \cos \alpha} \sin^2 \theta \cos \theta \, d\theta - \lambda^3 \int_0^\pi \frac{\lambda \cos \theta - \cos \alpha}{1 - \cos \alpha} \sin^2 \theta \cos \theta \, d\theta$$



ABACQUE I.

cè qui donne :

$$(1) \quad \varphi = \frac{N}{nR^2} = \left(\alpha \cos \alpha - \frac{\sin \alpha}{3} (2 + \cos^2 \alpha) - \pi \lambda^2 \cos \alpha \right) \frac{1}{\cos \alpha - 1}$$

$$(2) \quad \mu = \frac{M}{nR^3} = \left(\frac{\sin \alpha \cos \alpha}{3} (3 + 2 \sin^2 \alpha) - \alpha + \lambda^4 \pi \right) \frac{1}{4(\cos \alpha - 1)}$$

D'où l'on déduit immédiatement :

$$(3) \quad \xi = \frac{e}{R} = \frac{\mu}{\varphi} = \frac{\sin \alpha \cos \alpha \left(1 + \frac{2}{3} \sin^2 \alpha \right) - \alpha + \pi \lambda^4}{4 \left[\alpha \cos \alpha - \frac{\sin \alpha}{3} (2 + \cos^2 \alpha) - \pi \lambda^2 \cos \alpha \right]}$$

On peut tracer un réseau de courbes $\varphi(\alpha, \lambda)$ et $\xi(\alpha, \lambda)$ permettant de résoudre le problème de la recherche de n en fonction de e et N , c'est l'objet de l'abaque II.

Les courbes sont fonctions de λ et de α uniquement. On peut donc choisir deux échelles différentes pour les ordonnées caractérisant φ et ξ puisque la variable α est portée en abscisse et que chaque valeur de λ définit une courbe se rapportant soit à φ , soit à ξ . Le choix d'échelles différentes est rendu nécessaire en raison du faible champ de variation de ξ (de 1 à 0,5) pour α variant de 90° à 180° et λ variant de 0 à 1.

On lira donc en ordonnées sur la verticale de gauche les valeurs de $\xi = \frac{e}{R}$ et sur la verticale de droite les valeurs de $\varphi = \frac{N}{nR^2}$.

Nous n'avons pas tracé les courbes $\mu = \frac{M}{nR^3}$, qui font double emploi avec celles de φ et qui auraient alourdi le tracé, rendant la lecture difficile dans la région des grandes valeurs de α et des faibles valeurs de μ .

Les essais que nous avons faits ont, en effet, montré que les courbes μ et φ sont sensiblement parallèles dans la région où ces courbes se superposent.

Les courbes en λ correspondant à φ s'arrêtent à la partie inférieure suivant un contour en ligne pointillée; elles correspondent à la valeur limite satisfaisant à la relation : $|\cos \alpha| < \lambda$.

L'équation de cette courbe est évidemment donnée par l'équation (1) dans laquelle on remplace λ^2 par $\cos^2 \alpha$.

De même les courbes en λ correspondant à ξ s'arrêtent à la partie supérieure suivant un contour en ligne pointillée satisfaisant à la même condition.

L'équation de cette courbe pointillée est donnée par l'équation (3) dans laquelle on remplace λ^2 par $\cos^2 \alpha$ et λ^4 par $\cos^4 \alpha$.

Le champ couvert par l'abaque correspond à la partie hachurée de gauche de la figure 3. Pour le cas où la droite des contraintes nulles serait dans le champ de droite, on pourrait consulter l'abaque correspondant au cercle plein (abaque I). On devra vérifier, en ce cas, que la droite des contraintes nulles ne coupe pas le petit cercle, c'est-à-dire que la valeur de α trouvée sur l'abaque devra vérifier la relation $\cos \alpha < \lambda$. On voit alors que, sauf le cas d'anneaux très épais, ce cas peu fréquent correspond à une grande excentricité et à une faible section. En effet, le point c est nécessairement à l'intérieur du segment de cercle compris entre la droite des contraintes nulles et le cercle extérieur; l'aire de la section résistante sera réduite; l'équilibre ne peut se concevoir qu'avec N très faible (fig. 4).

FIG. 4.

UTILISATION DE L'ABAQUE

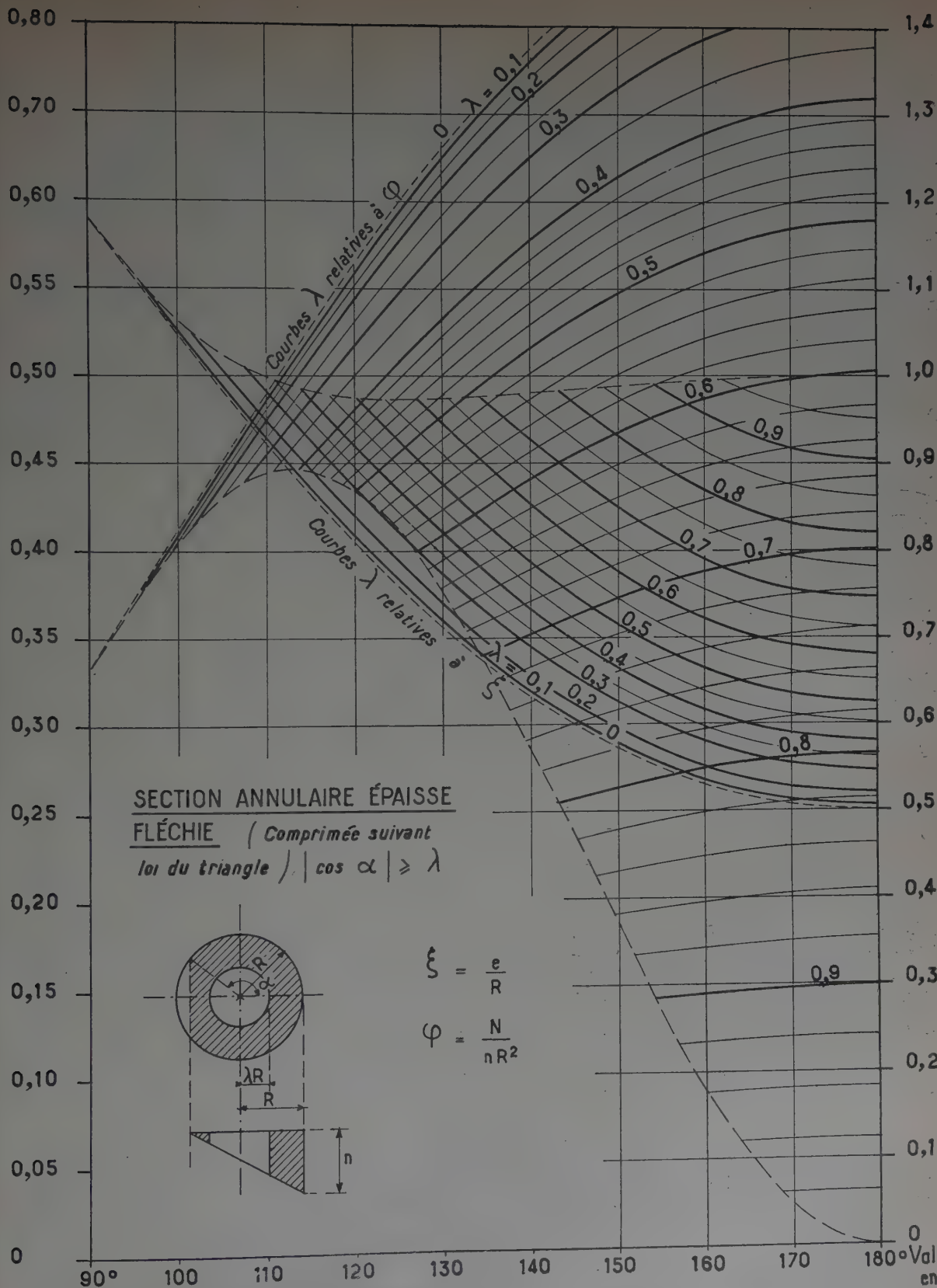
Reprenons le deuxième problème de l'exemple précédent; savoir : $\lambda = 0,8$, $\xi = 0,5$, $N = 3\,000$ t. On voit que l'ordonnée de gauche $\xi = 0,5$ ne coupe pas, par son prolongement horizontal la courbe $\lambda = 0,8$ relative à ξ . Cela veut dire que la droite des contraintes nulles ne coupe pas la section entre les deux cercles, mais coupe les deux cercles; l'abaque II ne convient pas.

Troisième problème :

L'abaque I nous avait permis de trouver le cas limite, tel que la droite de contraintes nulles soit tangente, à gauche, au cercle extérieur; nous avons trouvé : $\xi = 0,41$, $n = 53$ t/m², $n' = 0$. L'abaque II permet, évidemment, de retrouver ces résultats; en effet, la droite horizontale d'équation $\xi = 0,41$ coupe la courbe $\lambda = 0,8$, relative à ξ , sur la verticale d'abscisse $\alpha = 180^\circ$, ce qui met bien la droite des contraintes nulles, tangente au grand cercle.

D'autre part, on lit sur l'échelle de droite, la valeur $\varphi = 0,565$, pour l'intersection de la verticale $\alpha = 180^\circ$ et de la courbe $\lambda = 0,8$ relative à φ ; on a donc bien $n = 53$ t/m²; enfin, $n' = 0$, puisque dans le cas de l'abaque II on a toujours $n' = 0$ (loi du triangle).

Valeurs de ξ



100° 110 120 130 140 150 160 170 180 190 200° en grades

Quatrième problème :

Supposons que l'excentricité de l'exemple précédent soit telle que $\xi = \frac{e}{R} = 0,45$. Quelles sont : la position de la droite des contraintes nulles, la contrainte maximum n ?

L'intersection de l'horizontale $\xi = 0,45$ avec la courbe $\lambda = 0,8$ relative à ξ donne $\alpha = 154,5$ degrés = $154^{\circ}30'$, d'où pour la position de la droite des contraintes nulles : $x = R \cos \alpha = -10 \times 0,902 = -9,02$ m.

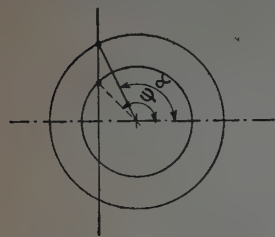
Déplaçons-nous sur la verticale d'abscisse $\alpha = 154^{\circ}30'$, nous rencontrons la courbe $\lambda = 0,8$ relative à $\varphi = \frac{N}{nR^2}$, à une ordonnée $\varphi = 0,535$ (échelle de droite) d'où : $n = \frac{3000}{0,535 \times 100} = 56$ t/m².

Examinons le cas 2 b :

Rappelons que le cas 2 b correspond à une droite des contraintes nulles coupant les deux cercles; il permet de résoudre le problème de l'équilibre de la section en diagramme triangulaire suivant les conditions définies précédemment, pour une excentricité telle que l'angle α satisfasse à la relation :

$$|\cos \alpha| < \lambda.$$

Toutes les notations précédentes étant conservées, il convient de remarquer que la droite des contraintes nulles, par son intersection avec le petit cercle, définit un rayon vecteur, dont l'angle avec la droite ox sera appelé ψ . Dans ces conditions, les équations d'équilibre prendront la forme :



$$N + \int_0^\alpha 2y\eta dx - \int_0^\psi 2y_1\eta_1 dx_1 = 0$$

$$M + \int_0^\alpha 2y r x dx - \int_0^\psi 2y_1 \eta_1 x_1 dx_1 = 0.$$

On a, entre les angles α et ψ , la relation :

$$\cos \alpha = \lambda \cos \psi,$$

FIG. 5.

ce qui permet d'écrire les équations d'équilibre, en fonction de α et λ ; ce qui donne :

$$(4) \quad \varphi = \frac{N}{nR^2} = \frac{\alpha \cos \alpha - \frac{\sin \alpha}{3}(2 + \cos^2 \alpha) + \sqrt{\lambda^2 - \cos^2 \alpha} \frac{2\lambda^2 + \cos^2 \alpha}{3} - \lambda^2 \cos \alpha \arccos \frac{\cos \alpha}{\lambda}}{\cos \alpha - 1}$$

$$(5) \quad \mu = \frac{M}{nR^3} = \frac{\sin \alpha \cos \alpha \left(1 + \frac{2}{3} \sin^2 \alpha\right) - \alpha + \lambda^4 \arccos \frac{\cos \alpha}{\lambda} - \frac{\cos \alpha}{3} \sqrt{\lambda^2 - \cos^2 \alpha} (5\lambda^2 - 2 \cos^2 \alpha)}{4(\cos \alpha - 1)}$$

$$(6) \quad \xi = \frac{\sin \alpha \cos \alpha \left(1 + \frac{2}{3} \sin^2 \alpha\right) - \alpha + \lambda^4 \arccos \frac{\cos \alpha}{\lambda} - \frac{\cos \alpha}{3} \sqrt{\lambda^2 - \cos^2 \alpha} (5\lambda^2 - 2 \cos^2 \alpha)}{4 \left[\alpha \cos \alpha - \frac{\sin \alpha}{3}(2 + \cos^2 \alpha) + \sqrt{\lambda^2 - \cos^2 \alpha} \frac{2\lambda^2 + \cos^2 \alpha}{3} - \lambda^2 \cos \alpha \arccos \frac{\cos \alpha}{\lambda} \right]}$$

Suivant les mêmes principes que pour l'abaque II, on tracera un réseau de courbes $\varphi(\alpha, \lambda)$ et un réseau $\xi(\alpha, \lambda)$ permettant de trouver n en fonction de e et N , c'est l'objet de l'abaque III.

Il n'est pas utile ici de faire choix de deux échelles différentes pour les ordonnées caractérisant φ ou ξ , aucune difficulté de lecture graphique ne pouvant amener de confusion.

On lira donc sur la verticale de droite les valeurs de $\varphi = \frac{N}{nR^2}$ et de $\xi = \frac{e}{R}$ à la même échelle.

Les courbes en λ rapportées à φ sont limitées par une courbe pointillée correspondant à la valeur limite satisfaisant à la relation :

$$|\cos \alpha| = \lambda.$$

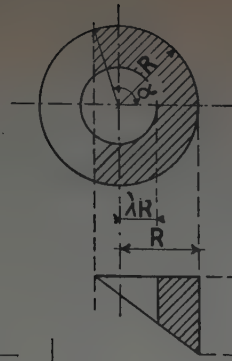
Les courbes en λ rapportées à ξ sont limitées par une courbe pointillée correspondant aux mêmes conditions.

Ces courbes limites définissent le champ de l'abaque; il va de soi, par exemple, qu'une excentricité telle que 0,40 ne peut, en aucun cas, intervenir dans l'équilibre d'une section annulaire, avec une droite de contraintes nulles coupant les deux cercles; à fortiori pour des excentricités plus petites.

Le champ couvert par cet abaque complète le précédent de telle sorte que tous les cas de positions possibles de la droite des contraintes nulles à l'intérieur de la section peuvent être résolus.

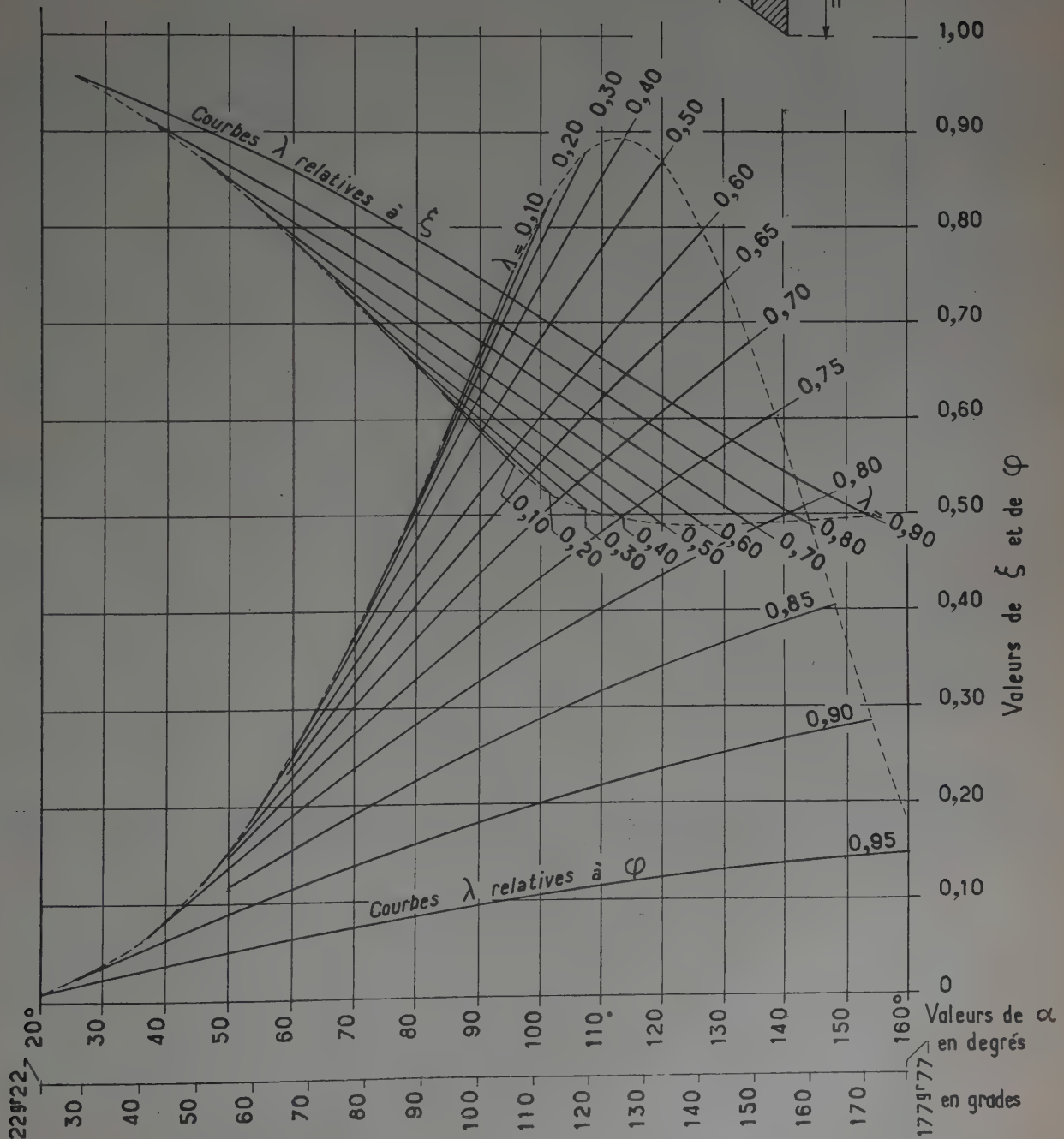
Nous pouvons maintenant résoudre le problème que nous avons posé dans le premier exemple et qui pour $\xi = 0,5$, $\lambda = 8$ nous avait montré que l'emploi de l'abaque I donnait des tractions, ce que nous ne saurions accepter pour un sol.

SECTION ANNULAIRE ÉPAISSE
FLÉCHIE / Comprimée suivant
 loi du triangle / $|\cos \alpha| \leq \lambda$



$$\xi = \frac{e}{R}$$

$$\varphi = \frac{N}{nR^2}$$



Dans cet exemple, on avait $\xi = 0,5$, $\lambda = 0,8$; il s'agissait de déterminer la contrainte n , la position de la droite des contraintes nulles.

Sur l'abaque III, l'horizontale menée à partir de $\xi = 0,5$ (échelle de droite) rencontre la courbe $\lambda = 0,8$ correspondant à ξ et en même temps la courbe $\lambda = 0,8$ correspondant à φ , l'horizontale de φ est donc la même que celle de ξ et l'on en déduit $\varphi = 0,5$; d'autre part, l'intersection de cette horizontale avec la courbe $\lambda = 0,8$ donne une abscisse $\alpha = 141^\circ$ environ.

D'où :

$$n = \frac{N}{\varphi R^2} = \frac{3\,000}{0,5 \times 100} = 60 \text{ t/m}^2 \quad \text{et} \quad x = R \cos \alpha = -10 \times 0,777 = -7,77 \text{ m}$$

On vérifie que l'on a bien :

$$|\cos \alpha| < \lambda \quad \text{soit} \quad 0,777 < 0,8.$$

REMARQUE. — L'exemple précédent a donné l'intersection des deux courbes $\lambda = 0,8$ sur la même horizontale. Pour éviter toute confusion dans l'emploi de l'abaque, supposons toujours $\xi = 0,5$ mais $\lambda = 0,9$; alors l'horizontale menée par $\xi = 0,5$ (échelle de droite) rencontre la courbe $\lambda = 0,9$ relative à ξ pour $\alpha = 153^\circ$ environ; la verticale 153° coupe la courbe $\lambda = 0,9$ relative à φ suivant une ordonnée $0,285$ environ, donc $\varphi = 0,285$, le reste du calcul se poursuit sans difficulté.

* * *

Nous espérons que cette étude pourra rendre service pour le calcul des fondations des sections annulaires; elle peut aussi servir pour le calcul des contraintes pour tout matériau pour lequel on veut éviter les tractions; par exemple, les cheminées en maçonnerie.

En annexe aux trois abaques précédents, nous en ajoutons deux autres qu'il est inutile de commenter; ils viennent simplement compléter la documentation sur les sections circulaires. L'abaque IV est relatif aux sections pleines. Il est obtenu en faisant $\lambda = 0$ dans les formules (1) (2) et (3).

Son emploi est le suivant : partant de l'échelle de droite avec une excentricité donnée, l'intersection avec la courbe $\frac{e}{R}$ se fait sur une verticale dont l'abscisse définit l'angle α (échelle inférieure). Cette verticale coupe la courbe φ ou μ en un point qui permet de lire suivant l'horizontale d'intersection correspondante, la valeur de φ ou de μ sur l'échelle des ordonnées.

L'abaque V correspond aux sections annulaires minces, c'est-à-dire que l'épaisseur est considérée comme négligeable devant le rayon et que la contrainte n correspond à une contrainte moyenne suivant l'axe de la paroi.

L'emploi de l'abaque est identique au précédent; ajoutons cependant que dans ce cas :

$$\varphi = \frac{N}{naR^2} \quad \text{et} \quad \mu = \frac{M}{naR^2},$$

a étant l'épaisseur de la paroi.

Nous ne saurions terminer cette étude sans remercier chaleureusement M. BOUTRY, Inspecteur du *Bureau Securitas*, qui a bien voulu effectuer une grande partie des laborieux calculs numériques permettant de dresser les abaques et dessiner méticuleusement ces derniers.

ANNEXE

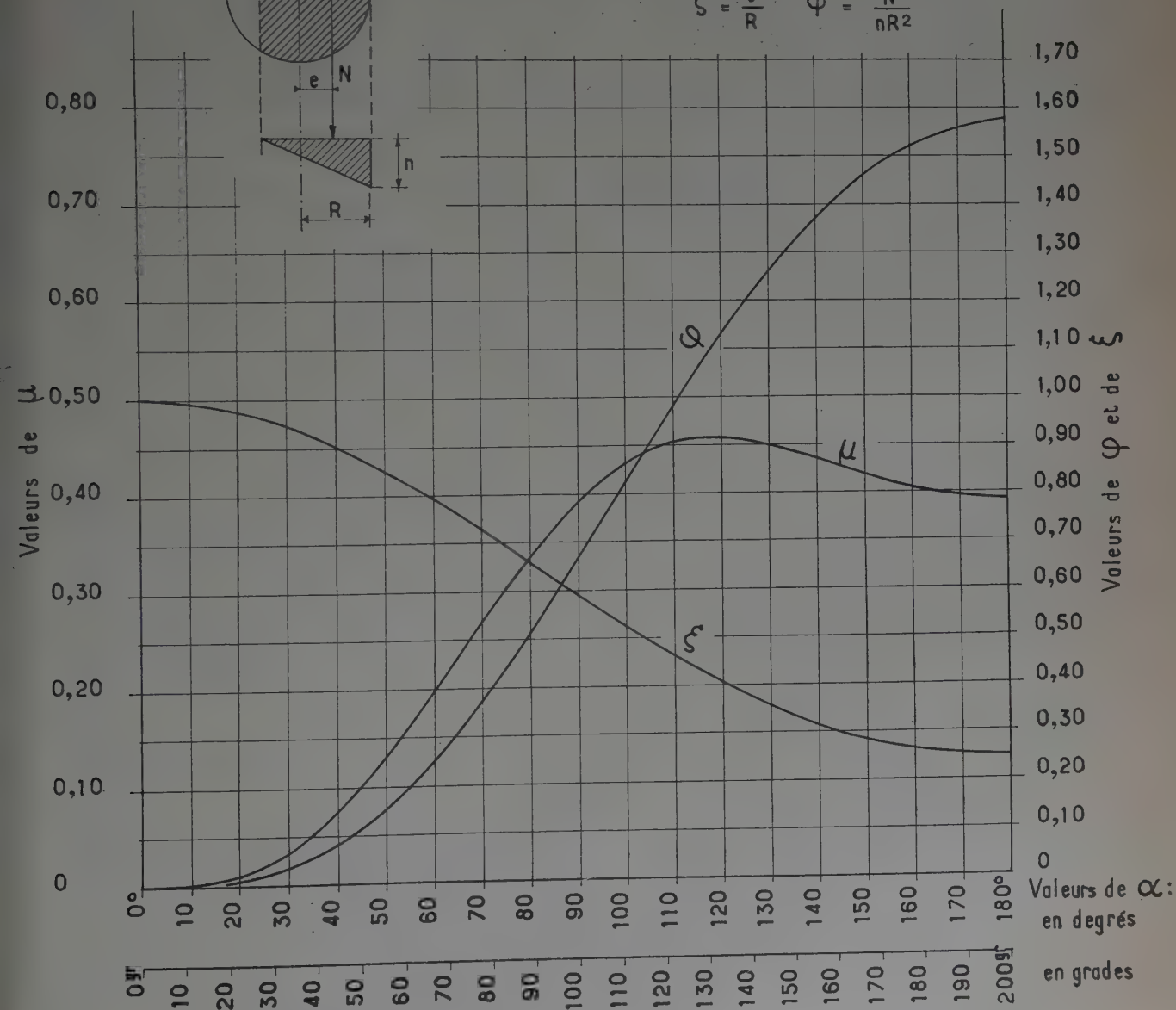
SECTION CIRCULAIRE FLÉCHIE

Résistance nulle à la traction.

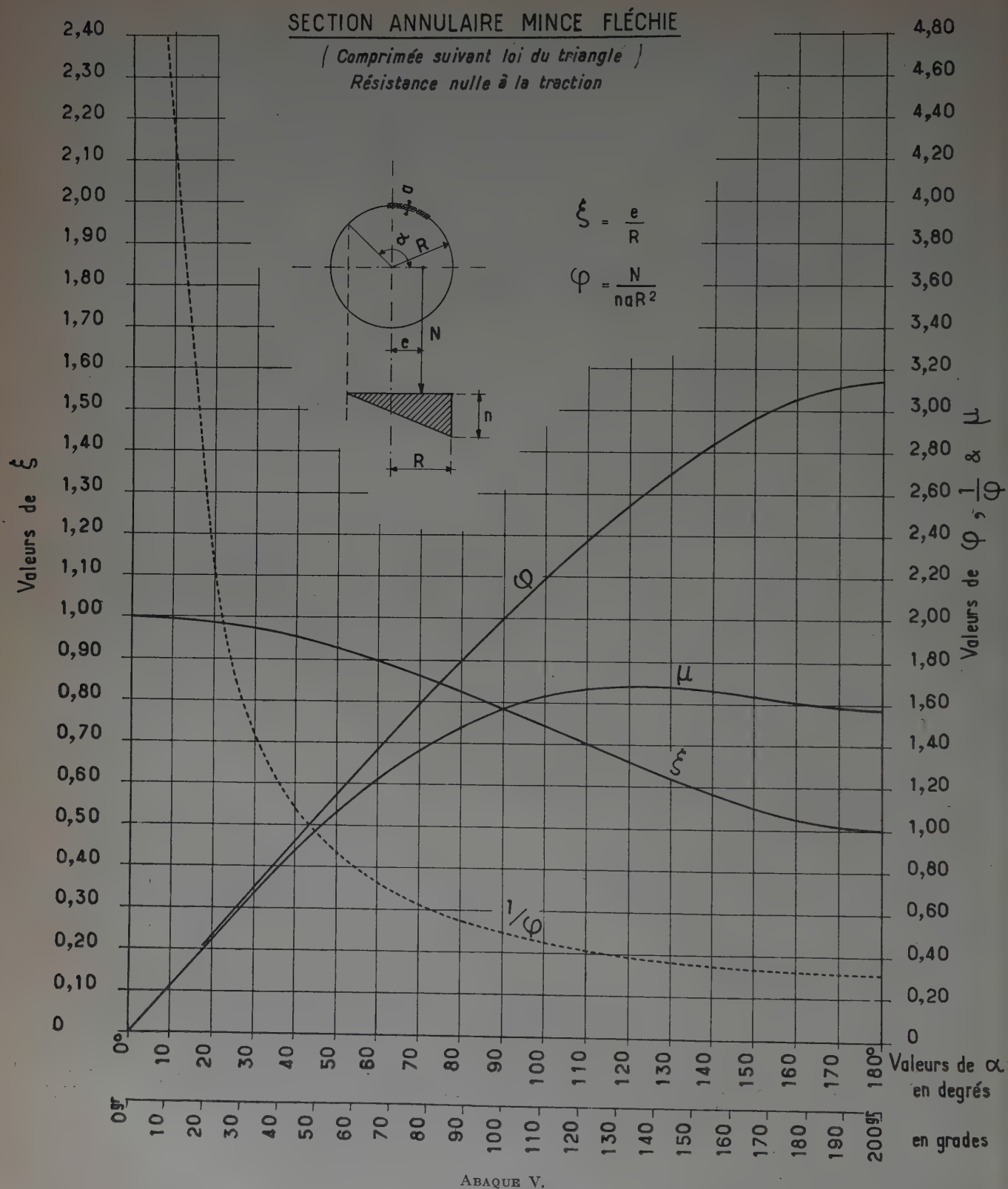
(Comprimée suivant loi du triangle)

Section pleine

$$\xi = \frac{e}{R} \quad \varphi = \frac{N}{nR^2}$$



ABAQUE IV.



(Reproduction interdite.)

Série : ESSAIS ET MESURES (XXIV).

L'ESSAI DE FLEXION PAR CHOC

Par M. A. CHAGNEAU,

Ingénieur au Service Métaux des Laboratoires du Bâtiment et des Travaux Publics.

SOMMAIRE

	Pages.		Pages.
I. Introduction	158	C. Influences inhérentes au matériau	162
II. Historique de l'essai	158	VI. Critiques de l'essai de résilience tel qu'il est pratiqué actuellement	164
III. But de l'essai	158	VII. Essais de résilience effectués au laboratoire	165
IV. Répartitions des contraintes élastiques dans l'éprouvette de choc	159	A. Caractéristiques du métal étudié	165
V. Facteurs susceptibles de faire varier la résilience	159	B. Mode opératoire	166
A. Influence de l'éprouvette d'essai	159	C. Résultats des essais	166
B. Influence des conditions d'essais	161	D. Conclusions	167

RÉSUMÉ

L'essai de flexion par choc est utilisé pour déterminer le degré de fragilité des métaux et alliages. Le résultat obtenu est fonction d'un très grand nombre de variables : ou mécaniques ou inhérentes au matériau. Elles sont étudiées en détail. Des critiques sont apportées à la façon actuelle de procéder et d'interpréter l'essai de résilience.

Des essais effectués aux Laboratoires sur des éprouvettes en fer A.R.M.C.O. confirment l'importance de la température et de l'état de contraintes sur le résultat obtenu.

SUMMARY

The impact flexure test is used to determine the degree of brittleness of metals and alloys. The result is a function of a very large number of variables, either mechanical or inherent in the material. These are investigated in detail. The present procedure and interpretation of the resilience test are criticized.

Tests performed at the Laboratories on A.R.M.C.O. iron test specimens confirm the great influence of temperature and state of stresses on the results obtained.

I. — INTRODUCTION

L'essai de flexion par choc ou de résilience est en vigueur, du moins en France, depuis de longues années, et il est inscrit dans presque tous les Cahiers des charges. De cet essai de flexion par choc, on déduit un chiffre appelé résilience et qui est égal à l'énergie, exprimée en kilogrammètres, nécessaire pour rompre l'éprouvette rap-

portée à sa section exprimée en centimètres carrés. Les métallurgistes, les constructeurs attachent une importance très grande à ce chiffre. Cette importance est-elle justifiée ? Nous allons essayer de montrer que si le principe de l'essai est excellent, son résultat ne permet pas de se faire une idée précise du degré de fragilité d'un métal.

II. — HISTORIQUE DE L'ESSAI

Au début, les essais de flexion par choc étaient réalisés sur des barreaux pleins, de section généralement carrée. Cette manière de procéder ne donnait ni chiffres, ni résultats intéressants, Henri LE CHATELIER, en 1892, proposa alors de créer une zone de fragilité en entaillant l'éprouvette sur la face opposée à l'impact et FRÉMONT, en 1898, construisit un appareil permettant de la rompre en un seul coup et de mesurer exactement l'énergie nécessaire pour obtenir cette rupture. Cependant, cet appareil était compliqué et peu sensible lorsque la résilience était faible. Vers 1900, avec CHARPY apparut un appareil simple, le mouton Charpy et un type d'éprouvette facile à usiner (fig. 1) ; les essais de choc sur barreaux entaillés se répandirent alors très rapidement.

Actuellement on utilise, tant en France qu'à l'étranger,

cette méthode ou tout au moins son principe et on se fixe le chiffre de résilience minimum qu'il paraît nécessaire d'obtenir pour qu'une construction ou une machine ne soit pas en danger de fragilité.

L longueur;
l largeur;
h hauteur;
h' hauteur restante;
h'' profondeur de l'entaille.

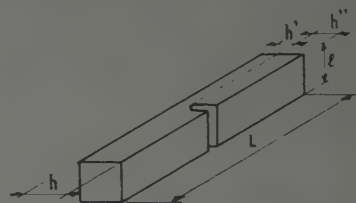


FIG. 1. — Type classique d'éprouvette de résilience.

III. — BUT DE L'ESSAI

On s'est aperçu en effet depuis bien longtemps qu'il ne suffit pas qu'un métal possède de bonnes capacités de déformation en traction, puisque très souvent, des pièces constituées par un métal à bon allongement de rupture peuvent se rompre brutalement et sans striction dans certaines circonstances; on dit que le métal est fragile. De telles ruptures semblent être favorisées par des sollicitations par choc et surtout par la présence d'entailles ou de raccords à angle vif. Dans la pratique, ces circonstances se présentent fréquemment; l'énumération suivante donne une idée de cette fréquence.

a) *Entailles de forme* : cannelures, trous, filetages, rainures de clavetage;

b) *Entailles de constitution du métal* : flocons de forgeage, repliures, criques de meulage, criques de retrait (pièces soudées par exemple), tapures de trempe, gros alignements d'inclusions.

c) *Entailles dues à l'utilisation* : fissures de fatigue, piqures et fissures de corrosion.

Il semble donc que l'essai de flexion par choc soit capable par la conjugaison du choc et de l'entaille de caractériser la plus ou moins grande résistance d'un métal à la fragilité ou plus exactement son aptitude à subir une rupture par décohesion, sans déformation plastique préalable.

Si l'effort nécessaire pour produire la déformation plastique est inférieur à la cohésion intergranulaire, une énergie relativement forte est absorbée, le métal n'est pas fragile et la rupture est à nerf, c'est-à-dire avec forte déformation; dans le cas contraire l'énergie absorbée est très faible et la rupture est à grain, c'est-à-dire sans déformation, elle peut être intergranulaire ou intragranulaire. Malheureusement la valeur que l'on peut attribuer au résultat de l'essai est illusoire. En effet de nombreux facteurs sont susceptibles de faire varier la résilience dans des proportions considérables. Nous allons les étudier et montrer que l'essai tel qu'il est pratiqué actuellement ne permet pas de se faire une idée de la fragilité d'un métal. Il est susceptible tout au plus de permettre un repérage lié à des conditions strictement définies.

IV. — RÉPARTITIONS DES CONTRAINTES ÉLASTIQUES DANS L'ÉPROUVETTE DE CHOC

L'étude de la direction et de la répartition des contraintes dans l'éprouvette de choc ne pouvant être faite par le calcul, on est amené à utiliser une méthode expérimentale. La méthode photoélastique se prête le mieux à cette étude, malheureusement elle comporte deux restrictions importantes. On ne peut en effet utiliser qu'un modèle à deux dimensions, et on est obligé de supposer que la théorie de l'élasticité peut s'appliquer à des matériaux hétérogènes et anisotropes. La première restriction a cependant de grandes chances de disparaître par l'emploi de la méthode dite des contraintes figées

(méthode assez délicate) et surtout par une méthode plus élégante (Pirard) utilisant les propriétés de la lumière diffusée.

La méthode photoélastique classique a montré qu'il existe dans le plan de symétrie de l'entaille deux contraintes principales S_1 et S_2 (S_1 dirigée suivant la longueur de l'éprouvette, S_2 perpendiculairement au fond de l'entaille) et par l'étude d'un plan normal au précédent, une troisième tension S_3 dirigée parallèlement au fond de l'entaille.

V. — FACTEURS SUSCEPTIBLES DE FAIRE VARIER LA RÉSILIENGE

A. — Influence de l'éprouvette d'essai.

1° Largeur de l'éprouvette.

L'augmentation de largeur de l'éprouvette en favorisant la décohesion fait décroître la résilience, elle peut faire passer la cassure du type nerf au type nerf grain (avec prédominance de nerf) ou même grain nerf (avec prédominance du grain). Cette influence est cependant faible si la cassure est déjà à grain prédominant.

2° Hauteur restante ou profondeur de l'entaille pour une hauteur totale constante (fig. 2 et fig. 3, courbe a).

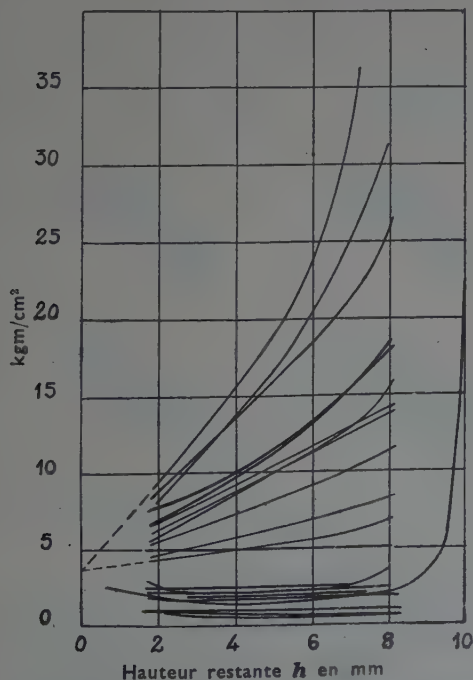


FIG. 2. — Influence de la hauteur restante sur la résilience de divers aciers d'après Dupuy-Mellon-Nicolau.

D'après STECCANELLA, MAILANDER et BALLAY, deux cas sont à considérer suivant que la cassure est à grain prédominant ou à nerf prédominant.

1° Si la cassure est à grain prédominant, le chiffre de résilience est sensiblement indépendant de la hauteur restante. L'énergie absorbée par la rupture est pratique-

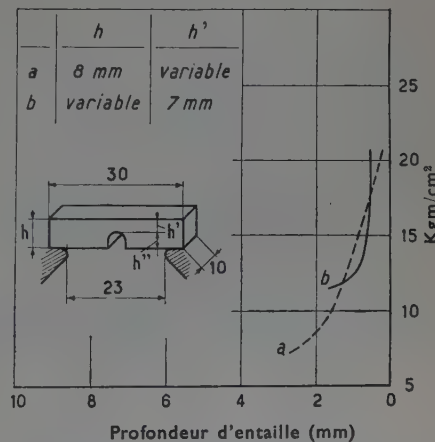


FIG. 3. — Influence de la hauteur totale b et de la hauteur restante a sur la résilience d'après Mailander.

ment proportionnelle à la surface restante s et le chiffre de résilience est alors une mesure très approchée du travail de décohesion sans glissement.

2° Si la cassure est à nerf prédominant avec déformation de volume plus ou moins important, le chiffre de résilience est une fonction linéaire de la hauteur restante h' et on a $K = \frac{W}{S} = K_1 + K_2 h'$; K_1 représentant le travail par unité de surface, et K_2 un travail par unité de volume, K_1 est sensiblement constant et indépendant de la nature de l'acier, alors que K_2 est un critère de déformation de volume.

3° Hauteur totale de l'éprouvette pour une hauteur restante constante.

L'augmentation de la hauteur totale de l'éprouvette favorise encore la décohésion et par suite fait décroître le travail de rupture et la résilience (fig. 3, courbe *b*).

4° Acuité de l'entaille (fig. 4 et 5).

L'acuité de l'entaille en favorisant la décohésion abaisse la résilience. La résilience décroît puis se stabilise à une valeur à peu près constante qui pourrait être en première approximation la résilience correspondant à la rupture par décohésion. Cependant cette influence est plus ou moins marquée suivant la fragilité plus ou moins grande du métal étudié. Si l'acier est fragile, la résilience varie peu avec l'acuité de l'entaille et on obtient une stabilisation très rapide, au contraire si l'acier n'est pas fragile la résilience baisse constamment avec l'augmentation de l'acuité de l'entaille et la stabilisation ne s'obtient pas ou tout au moins très difficilement.

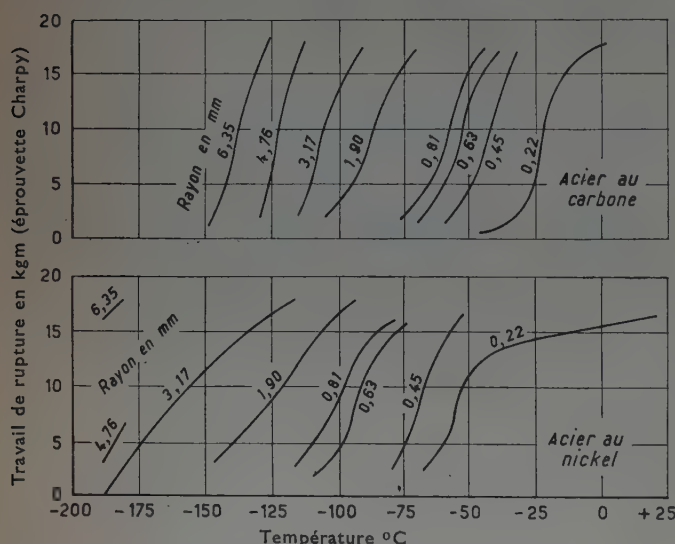


FIG. 4. — Déplacement de la zone de transition dû à la variation du rayon d'entaille d'après Armstrong et Gagnebin.

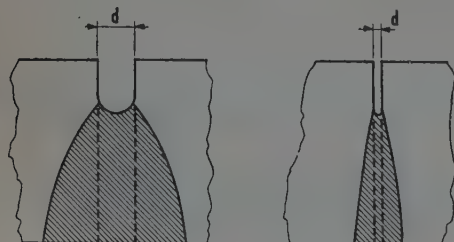


FIG. 5. — Variation du volume participant aux déformations plastiques avec le diamètre d'entaille d'après J. Pomey.

5° Influence des dimensions de l'éprouvette.

D'après KICK le travail total de rupture d'éprouvettes homothétiques est proportionnel au cube des dimen-

sions, malheureusement cette hypothèse n'est valable que pour des éprouvettes non entaillées. Divers expérimentateurs ont cherché à relier le travail total à l'aire de la section droite. L'Association internationale pour l'essai des matériaux avait conclu en 1909 que le quotient du travail total par la section droite appelé travail spécifique était indépendant de la dimension des éprouvettes semblables et qu'il dépendait seulement du métal. STUBECK a montré que l'hypothèse du travail spécifique constant n'est pas correcte. MOSER a constaté que le travail total absorbé est proportionnel au volume de métal déformé plastiquement. Pratiquement, cette relation est inutilisable en raison de la difficulté de mesurer avec précision ce volume déformé. On voit donc que les essais pour être comparables ne pourront être faits que si les éprouvettes d'essai sont de forme et de dimensions identiques.

L'éprouvette étant sollicitée triaxialement, les variations de ces deux paramètres font varier les rapports existant entre les trois tensions S_1 , S_2 et S_3 et en conséquence le travail de déformation plastique et par suite le travail total à la rupture. Il est donc absolument illusoire de vouloir comparer les résultats d'essais réalisés avec des éprouvettes de types différents, car à chaque type d'éprouvette correspond un état de contrainte qui lui est propre.

6° Influence du mode de prélèvement.

Le mode de prélèvement est très important car il est susceptible de faire varier la résilience dans des proportions considérables surtout si on a affaire à un métal laminé. Il s'impose donc dans ce cas de faire des prélèvements d'éprouvettes dans le sens parallèle et dans le sens perpendiculaire aux fibres du métal. Dans chacun de ces sens, il est possible de faire des prélèvements de différentes façons suivant que l'on veut obtenir une résilience moyenne ou de masse d'une pièce ou encore une résilience de surface (influence de l'état de surface).

Les différentes façons de prélever une éprouvette aussi bien dans le sens parallèle ou perpendiculaire aux fibres sont représentées sur les schémas de la figure 6.

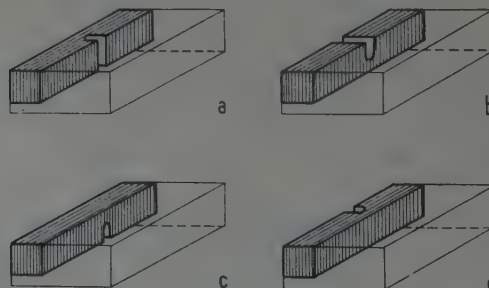


FIG. 6. — Différents modes de prélèvement d'une éprouvette de résilience.

Si on veut caractériser la résilience moyenne on adoptera les modes *b* et *d*, car ils intéressent des zones profondes de métal avec une préférence cependant pour le mode *d*, dans lequel l'influence de l'état de surface est totalement éliminée. Si on veut caractériser la résilience de surface on adoptera les modes *a* et *c*.

B. — Influence des conditions d'essais.

1° Vitesse de choc.

La plupart des métaux ductiles conservent leur ductilité jusqu'aux vitesses balistiques, c'est-à-dire de l'ordre de 600 m/s (HADFIELD).

La vitesse d'impact est susceptible, en augmentant la concentration locale des contraintes, de favoriser la décohésion et par suite de diminuer la valeur de la résilience et aussi de déplacer la température critique vers les températures plus hautes (il sera parlé de la température critique au § 3).

La figure 7 montre que la vitesse de choc est proportionnelle à l'inverse de la température absolue correspondant à l'apparition des ruptures fragiles. Augmenter la vitesse de choc revient donc à diminuer la température d'essai. Cependant la vitesse de choc ne paraît pas avoir grande importance, au-dessous et au-dessus de la température critique de fragilité.

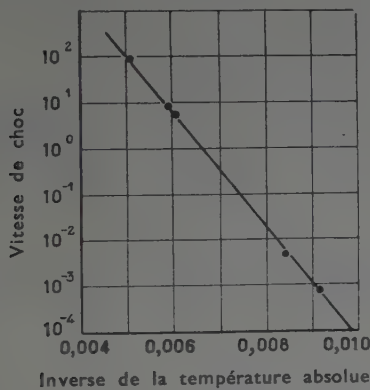


Fig. 7. — Influence de la vitesse de choc sur la température critique d'après Witman et Stepanoff.

L'influence de la vitesse de choc est d'autant plus grande que la masse de l'éprouvette est plus faible et celle de la masse frappante plus élevée. Au-delà d'une certaine vitesse de percussion la propagation des efforts et des déformations donne lieu à la production d'ondes de choc, dont l'étude devient très compliquée.

2° Distance entre appuis.

Pour obtenir un chiffre de résilience précis, il importe d'éliminer au maximum les travaux parasites, et en particulier le travail de frottement de l'éprouvette sur ses appuis. POMÉY a étudié cette question de très près et a montré que ce travail de frottement pouvait être considérablement diminué lorsque la distance entre appuis était portée de 40 à 45 mm, la longueur de l'éprouvette étant constante.

On constate en effet sur la courbe de la figure 8 que les appuis distants de 40 mm donnent une résilience plus forte que les appuis distants de 45 mm, la différence est d'autant plus grande que la résilience est plus forte.

On peut encore diminuer le frottement en augmentant la dépouille des parois latérales des appuis, ou encore en diminuant la longueur du barreau essayé, en conservant la portée constante.

D'autre part, quand l'éprouvette ne se rompt pas complètement, elle doit se plier pour passer entre les

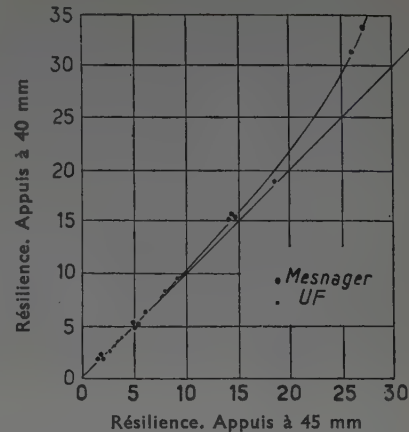


Fig. 8. — Comparaison entre la résilience déterminée sur appuis de 40 à 45 mm d'après Pomey.

appuis, il y a donc un travail de frottement de ses arêtes terminales sur les poutres latérales des appuis, et ce travail est très fortement influencé par l'écartement des appuis et la longueur de l'éprouvette.

3° Température d'essai.

Les essais de résilience effectués à partir des températures ambiantes jusqu'aux basses températures permettent généralement (1) de distinguer, comme KUNTZE (fig. 9) l'a montré, deux zones, l'une élevée correspondant à des ruptures non fragiles et par suite à des valeurs de résilience élevée, l'autre basse correspondant à des ruptures fragiles et à une résilience basse, séparées par une zone de transition voisine de la verticale, correspondant à des valeurs de la résilience accusant une grande dispersion. Pour certains métaux, cette zone correspond à une température critique relativement basse, pour d'autres au contraire, à une température voisine de 0° C et même de la température de la salle d'essais. La position de cette zone de transition est naturellement influencée par la forme et les dimensions de l'éprouvette, à chaque type d'éprouvette correspond une position de la zone de transition.

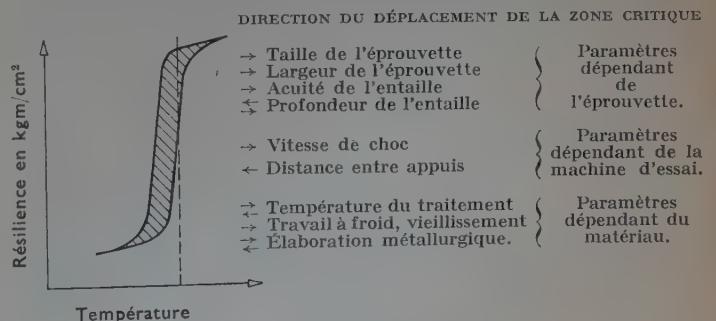


Fig. 9. — Différents paramètres faisant varier la résilience d'après Kuntze.

(1) Certains métaux en effet ne présentant pas de zone critique comme par exemple l'acier inoxydable 18/8.

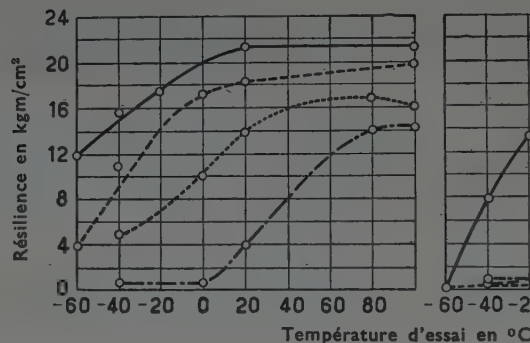
C. — Influences inhérentes au matériau.

1° Influence du vieillissement.

Certains métaux sont susceptibles de vieillir, c'est-à-dire que leurs propriétés se transforment soit après un long séjour à température ordinaire (duralumin) ou pendant un temps très court à température plus élevée (alliages légers aluminium-cuivre), soit après écrouissage obtenu, soit par le procédé d'élaboration, soit par façonnage à froid.

En général, quel que soit le mode de vieillissement, on observe une augmentation importante de la limite élastique, et une forte diminution des capacités de déformation, en outre, la charge de rupture est notablement relevée. Il s'ensuit une augmentation de la fragilité, pouvant faire passer la cassure à nerf à la cassure à grain. Ces phénomènes s'observent surtout pour les aciers doux, particulièrement pour les aciers Thomas (fig. 10 et 11).

FIG. 10.
État recuit normal
930° air.



— Acier résistant au vieillissement;
- - - Acier Martin;
- - - - Acier Thomas II;
- - - - Acier Thomas I.

Les aciers destinés à être employés aux basses températures devront donc être peu sensibles au vieillissement. Pour obtenir ce résultat, WIESTER recommande l'emploi d'un réducteur énergique comme l'aluminium par exemple.

2° Influence de la composition chimique.

Comme l'a fait observer GILLET, il n'est pas possible, d'après les résultats qui ont été publiés jusqu'ici, d'isoler les effets des différents éléments. En effet on trouve rarement une série d'essais dans laquelle seul un même élément varie. Des essais réalisés jusqu'à ce jour, on peut cependant tirer quelques conclusions probables qui seront certainement confirmées dans leurs grandes lignes quand le volume des essais effectués sera plus important.

Différents éléments étudiés.

Ces considérations sont valables uniquement pour les aciers ferritiques (aciers à structure ferritique prédominante).

Carbone.

Une teneur croissante en carbone provoque une chute rapide de la résilience et un déplacement de la température critique vers l'ambiante.

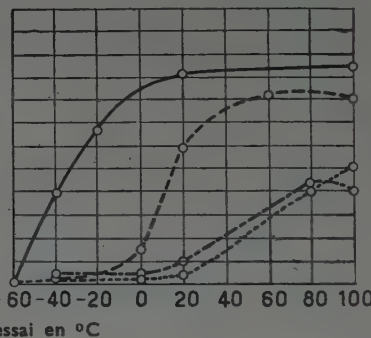
Silicium.

D'après PILLING, le silicium fait monter rapidement la température critique, 4 % de silicium donnent une structure relativement fragile même à la température ordinaire.

Soufre.

Une augmentation de teneur en soufre provoque une diminution de la résilience à n'importe quelle température, cependant une teneur ne dépassant pas 0,10 % n'a que peu d'influence jusqu'à -45° C.

FIG. 11.
État vieilli (écroui 10 %),
30 mn 250° (air) d'après
Wiester.



% C	% Si	% Mn	% P	% S	% Al	% Cu	% N ₂
0,14	0,07	0,43	0,015	0,017	0,05	0,16	0,005
0,13	0,15	0,46	0,016	0,019	0,008	0,16	0,004
0,13	0,01	0,47	0,066	0,037	0,003	0,11	0,013
0,13	0,01	0,48	0,10	0,032	0,003	0,11	0,016

Phosphore.

Cet élément, comme le soufre, réduit la résilience à n'importe quelle température, l'effet est maximum pour les aciers à forte teneur en carbone.

Manganèse.

Pour les aciers à faible teneur en carbone, une teneur en manganèse ne dépassant pas 1,5 % n'a que peu d'influence sur la résilience. Pour les aciers à teneur élevée en carbone, une teneur inférieure même à 1,5 % favorise la fragilité.

Nickel.

C'est un des rares éléments qui améliore les capacités de déformation aux basses températures, ce qui entraîne un abaissement de la température critique.

Chrome.

L'influence du chrome sur le comportement des aciers ferritiques à basse température n'a été étudiée que sur des aciers renfermant du carbone. Les teneurs en chrome

inférieures à 4 % n'ont pratiquement pas d'influence. Les aciers ferritiques à haute teneur en chrome et faible teneur en carbone deviennent rapidement fragiles quand la température baisse.

Étain.

Une proportion de 0,25 % d'étain provoque la fragilité de l'acier à faible teneur en carbone à la température ordinaire.

Aluminium.

Ce métal remplit un double rôle, en tant que réducteur il s'oppose au vieillissement, en tant qu'alliage il semble qu'une teneur de 0,08 % d'aluminium métallique résiduel donne les meilleurs résultats.

Oxygène.

La présence de cet élément soit à l'état dissous, soit sous forme d'oxydes tels que FeO et MnO est particulièrement défavorable pour la résistance au choc. D'après des recherches récentes du National Physical Laboratory la fragilité des aciers serait presque uniquement due à la présence de cet élément. S'il en était ainsi les aciers spéciaux, par exemple à base de nickel, métal très coûteux, pourraient avantageusement être remplacés par des aciers ordinaires pratiquement exempts d'oxygène. Ces aciers cependant demandent une élaboration et une désoxygénation sous vide particulièrement délicates.

Molybdène.

C'est un élément qui augmente à la température ordinaire la résistance au choc des aciers à faible et moyenne teneur en carbone ayant suivi un traitement thermique.

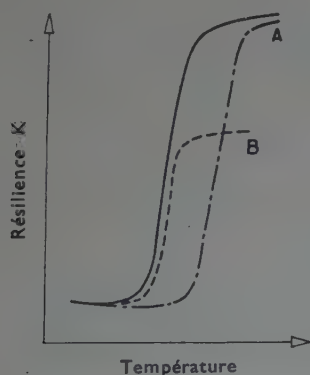


FIG. 12. — Schéma montrant l'influence défavorable de deux éléments sur les courbes résilience-température.

En conclusion, si les éléments additionnels ont une influence défavorable (fig. 12) ils agissent de deux manières sur la courbe résilience-température : ils déplacent la température de transition (élément A) ou ils abaissent la valeur maximum de la résilience sans changer la température de transition (élément B)

3° Influence de la structure.

La résistance à la décohésion sera d'autant plus forte que les cristaux seront plus fins, plus déformables, moins orientés lors de la coulée et du forgeage, et que les impu-

retés intercrystallines seront moins nombreuses (scories émulsionnées par exemple).

Il apparaît que seuls les métaux cristallisant dans le système cubique à faces centrées conservent de bonnes valeurs de résilience quand la température décroît. Cependant, d'après HOLLOMON, les défauts de structure intercrystalline seraient le facteur déterminant des ruptures fragiles. Il se trouve en effet que tous les métaux cristallisant dans le système cubique à faces centrées sont assez faciles à obtenir à l'état pur, et que par contre, les métaux cristallisant dans d'autres systèmes comme le molybdène, le tungstène et le fer le sont relativement beaucoup plus difficilement. Cependant rien ne permet d'affirmer avec certitude les raisons du bon comportement des métaux cristallisant dans le système cubique à faces centrées.

Les métaux très impurs deviennent particulièrement anisotropes par laminage d'où l'importance très grande des essais effectués sur des échantillons prélevés en travers; le rapport entre la résilience en travers et la résilience en long peut permettre de caractériser le degré d'homogénéité du métal.

D'autres causes sont susceptibles de faire varier défavorablement la résilience, ce sont la structure brute de coulée et la structure surchauffée de forgeage (fig. 13).

En ce qui concerne plus particulièrement les aciers, il est prouvé que les structures perlitiques, martensi-

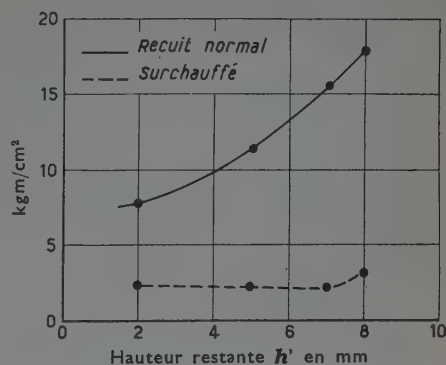


FIG. 13. — Influence de la surchauffe sur la résilience d'après Dupuy-Mellon-Nicolau.

tiques et ferritiques voient leur résilience baisser rapidement quand un des paramètres d'essai varie, au contraire les structures austénitiques n'accusent qu'une faible chute de résilience.

4° Influence du traitement thermique.

En général, le traitement thermique qui élève la résistance du métal améliore la résilience si les conditions d'essai sont identiques, et déplace favorablement la zone critique si on fait varier un des paramètres d'essai.

En particulier une trempe suivie d'un revenu procure des effets bénéfiques très supérieurs à ceux donnés par un recuit normal. Cependant certains métaux manifestent une tendance à la fragilité de revenu, on y remédie par un refroidissement rapide à partir de la température de revenu.

VI. — CRITIQUES DE L'ESSAI DE RÉSILIENCE TEL QU'IL EST PRATIQUE ACTUELLEMENT

Comme on vient de le voir, deux catégories de variables affectent la valeur de la résilience dans des proportions considérables : les variables mécaniques et les variables métallurgiques. Nous nous occuperons ici des seules variables mécaniques.

Actuellement on se contente de briser des barreaux entaillés de caractéristiques dimensionnelles souvent fort différentes, à une température qui est celle de la salle d'essai. Si la valeur de résilience trouvée est supérieure à celle fixée par une norme, on considère que le métal peut être utilisé sans inconvénients. C'est une façon de procéder quelque peu arbitraire.

En effet, il n'est pas du tout prouvé que deux aciers ayant même résilience avec un certain type d'éprouvette, et pour une température donnée, conservent cette égalité si le type d'éprouvette change.

La même observation peut être également faite si on modifie la température ou la vitesse de choc pour un type d'éprouvette donné.

Il en résulte que l'essai de résilience normal effectué à une seule température et avec un seul type d'éprouvette correspondant à une seule série de rapports des trois contraintes S_1 , S_2 et S_3 ne renseigne pas sur la susceptibilité de fragilité d'un matériau. Aussi s'est-il imposé à l'esprit de nombreux chercheurs la notion de zone critique de fragilité permettant d'opérer un classement plus judicieux des matériaux. Il résulte de ce qui précède que cette zone critique de fragilité peut être obtenue de bien des façons qui se ramènent toutes à trois cas principaux : soit faire varier les rapports relatifs des trois tensions S_1 , S_2 , S_3 , soit faire varier la température, soit encore faire varier la vitesse de choc (fig. 14). Les deux derniers paramètres pouvant d'ailleurs être confondus, augmenter la vitesse de choc revenant à abaisser la température. Il ne reste donc en définitive que deux paramètres : les variations relatives des trois tensions S_1 , S_2 et S_3 et la température.

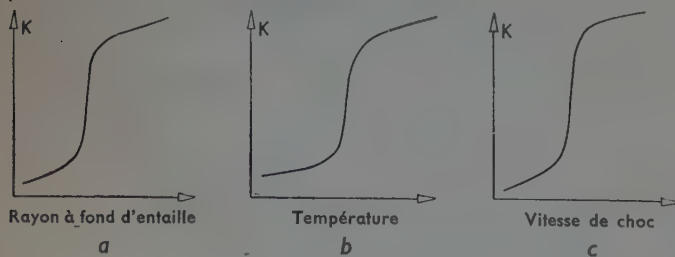


FIG. 14.

a. — Si la température et la vitesse de choc sont constantes, la position de la zone critique est fonction des variations relatives de S_1 , S_2 , S_3 obtenues par exemple par les variations du rayon à fond d'entaille.

b. — Si la forme, les dimensions des éprouvettes sont identiques et la vitesse de choc constante, la position de la zone critique est fonction de la température.

c. — Si la forme, les dimensions de l'éprouvette sont identiques et la température constante, la position de la zone critique est fonction de la vitesse de choc.

La plupart des expérimentateurs adoptent soit l'un, soit l'autre paramètre. Il nous paraît utile d'adopter la température comme paramètre essentiel et pour deux raisons, elle permet d'obtenir une zone critique avec le maximum de sensibilité et de netteté et d'autre part, la connaissance de la résilience à plusieurs températures est d'une utilité presque immédiate et permet déjà de se faire une idée de la fragilité d'un matériau.

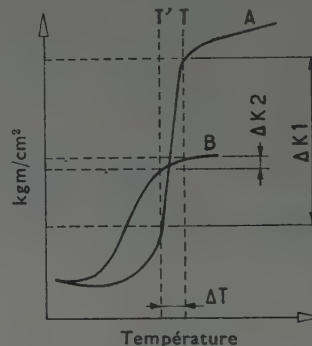


FIG. 15.

Un exemple est fourni par la figure 15 comparant la résilience en fonction de la température de deux aciers A et B déterminée à l'aide d'éprouvettes de forme et de dimensions identiques. L'acier A à la température T a une valeur de résilience bien plus forte que celle de l'acier B, par contre, l'acier A, à la température T', accuse une chute brutale de résilience alors que celle de l'acier B est insignifiante. Avec cette méthode on voit que l'acier B est incontestablement moins fragile que l'acier A, avec la méthode actuelle on aurait conclu d'une manière exactement inverse. Ceci montre donc que la valeur de la résilience à une seule température n'est d'aucune utilité : un matériau pouvant être en danger de fragilité quand il a sa plus forte valeur de résilience. Il en résulte que la valeur en un point est bien moins importante que l'allure de la courbe elle-même ou même que l'aspect de la cassure.

En particulier le rapport $\frac{\Delta K}{\Delta T}$, ΔK étant la variation de résilience correspondant à un écart ΔT de température, peut caractériser le degré de fragilisation relative d'un matériau dans un intervalle de température donné, $\frac{\Delta K}{\Delta T}$ sera d'autant plus grand que le matériau sera plus fragile.

Cependant, à notre avis, la température bien que paramètre essentiel n'est pas encore suffisante pour déterminer complètement la fragilité d'un matériau. Il est nécessaire de lui adjoindre le paramètre : variations relatives des trois tensions S_1 , S_2 et S_3 .

La raison en est facile à comprendre, si on regarde la figure 16 où pour trois aciers 1, 2, 3 on a tracé la courbe schématisée de la résilience en fonction par exemple du diamètre d'entaille d . Pour un diamètre d'entaille d_1

les aciers se classent dans l'ordre de fragilité croissante 1, 2, 3 pour un diamètre d_2 dans l'ordre 1, 3, 2 et pour un diamètre d_3 dans l'ordre 3, 1, 2.

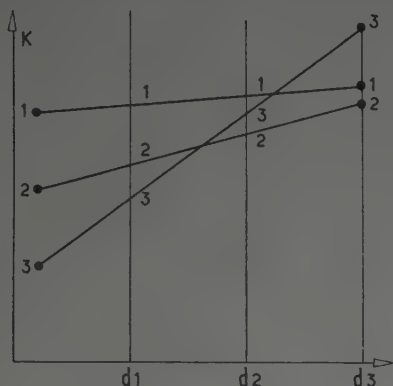


Fig. 16. — Variations de la résilience de trois aciers en fonction du diamètre d'entaille.

Chaque valeur de d correspond à un état de contrainte particulier, et le classement de qualité qui en résulte n'est valable que pour cet état de contrainte. Comme on doit toujours pour obtenir le maximum de sécurité pour un ouvrage ou une pièce donnée se rapporter au cas le plus défavorable, il s'ensuit que l'on devra s'efforcer de se rapprocher au maximum de l'égalité des trois tensions S_1, S_2, S_3 . Ceci se justifie du fait qu'il est certainement correct d'admettre que la résilience est une fonction continue de la sévérité de l'état de contrainte.

Il peut paraître séduisant pour se rapprocher de l'état de contrainte triaxial uniforme d'augmenter l'acuité de l'entaille, et de déterminer par extrapolation la valeur de la résilience pour un diamètre à fond d'entaille nul, en admettant naturellement que la résilience varie

linéairement avec le diamètre à fond d'entaille tout au moins pour de faibles valeurs de d .

Malheureusement, même quand d est pratiquement nul, l'état de contrainte créé semble encore trop loin de l'état de contrainte triaxial uniforme. En effet, si cette méthode peut paraître à peu près correcte en ce qui concerne les pièces dont le volume n'est pas trop différent de celui de l'éprouvette d'essai, elle ne l'est plus si ces pièces sont d'un volume très important; le résultat de l'essai de résilience n'a plus alors aucune signification. Une preuve en est donnée par l'observation de GILLET : la température de fragilité peut être abaissée par l'emploi de pièces de faible section ayant le même volume total que la pièce unique qu'elles remplacent.

Il apparaît alors nécessaire de rechercher un critère plus général que la variation du diamètre d'entaille. En s'inspirant des travaux de MAC ADAM on peut concevoir de relier la résilience à un rapport de contrainte calculé $\frac{S_3}{S_1}$. Cela ne peut naturellement être réalisé avec l'éprouvette rectangulaire de flexion, car il est impossible de calculer les valeurs des trois contraintes, et de plus elles sont toutes différentes. Cela paraît plus facile si on envisage le cas d'une éprouvette cylindrique entaillée et sollicitée en traction par choc, où les deux tensions S_2 et S_3 sont égales par raison de symétrie. En calculant un certain nombre de rapports $\frac{S_3}{S_1}$, on pourrait ainsi tracer les courbes résilience-température correspondant à ces rapports, et en particulier obtenir le rapport $\frac{S_3}{S_1} = 1$ par des méthodes similaires à celles employées par MAC ADAM.

Cette manière de procéder donnerait, nous pensons, des résultats beaucoup plus utilisables que ceux obtenus par les méthodes actuelles.

Nous tenons à remercier particulièrement M. CHAMPOD, Ingénieur A. et M., qui nous a beaucoup aidés dans des traductions assez délicates.

VII. — ESSAIS DE RÉSILIENCE EFFECTUÉS AU LABORATOIRE

Pour illustrer cette étude, nous avons procédé à une série d'essais de résilience à différentes températures sur des éprouvettes type AFNOR, mais possédant des diamètres à fond d'entailles différents. Ces éprouvettes ont été prélevées dans une barre laminée de fer Armco $\varnothing 16$ mm.

Nous avons choisi de préférence ce métal car il est pratiquement exempt d'impuretés, ce qui assure une faible dispersion dans les résultats. Le but de ces essais était de montrer l'influence de la température et de la sévérité de l'état de contrainte créé par l'entaille sur la valeur de la résilience.

A. — Caractéristiques du métal étudié.

a) Composition chimique.

Fer	99,92 %
Silicium	0,04 %
Soufre	0,01 %
Phosphore	0,02 %
Manganèse	traces
Carbone	traces

b) Caractéristiques mécaniques de traction.

Limite apparente d'élasticité ..	23 kg/mm ²
Résistance maximum	36 —
Allongement %	29

Ces caractéristiques mécaniques paraissent un peu élevées pour du fer Armco, mais on ne doit pas oublier que le métal étudié provient d'une barre laminée, mode de fabrication qui entraîne un écrouissage important surtout dans les petits diamètres.

Pour retrouver les caractéristiques habituelles (L. E. 20 kg/mm², R 33 kg/mm²) il aurait fallu recuire les éprouvettes, mais comme le but des essais n'était pas d'étudier ce matériau en tant que fer Armco, nous n'avons pas jugé cette opération nécessaire.

B. — Mode opératoire.

Les éprouvettes étaient plongées dans une cuve métallique remplie d'un mélange de neige carbonique et d'acétone continuellement brassé par un agitateur. Cette cuve était disposée dans une cuve en bois, l'intervalle entre ces deux cuves étant rempli de sciure de bois (fig. 17). Une éprouvette témoin également plongée dans le mélange neige carbonique acétone et munie d'un couple thermo-électrique cuivre-constantan donnant une force électro-motrice de 40 μ V par degré, per-

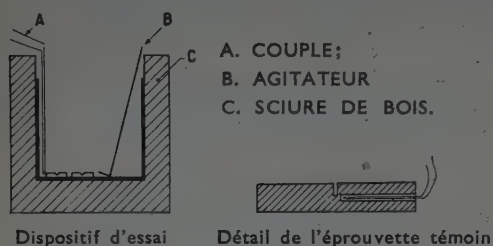


FIG. 17.

mettait à chaque instant de repérer la température atteinte (la force électro-motrice était mesurée avec un galvanomètre sensible à une division = 0,75° C).

Pour obtenir le plus exactement possible la température désirée au moment de l'impact, on procédait de la façon suivante :

1° On donnait au mélange une température très inférieure à la température d'essai désirée;

2° Quand l'équilibre thermique était réalisé depuis un certain temps au sein du mélange, on sortait de la cuve simultanément l'éprouvette d'essai et l'éprouvette témoin que l'on disposait l'une sur les appuis de la machine, l'autre à côté de la machine sur des appuis à peu près de même inertie calorifique que les précédents.

3° On suivait au galvanomètre la montée de la température et quand celle-ci était atteinte, on libérait le mouton. Cette façon de procéder, peut-être sujette à critiques, avait l'avantage de permettre d'opérer toujours dans les mêmes conditions, et l'erreur sur la température n'était certainement pas supérieure à 1° C.

C. — Résultats des essais.

TEMPÉ- RATURE d'essai en ° C	ESSAI	ÉNERGIE DE RUPTURE EN kgm					DIAMÈTRE à fond d'entaille en mm
		2	1,5	1	0,7	0,5	
20	1	4,5	4,05	3,95	2,95	2,3	
	2	4,1	3,85	2,65	2,55		
10	1	3,75	2,50	3	2,50	0,8	
	2	2,85	2,50	2,30	0,65	0,80	
0	1	3,20	1,45	1,75	0,60	0,95	
	2						
- 3	1	2,95	2,65	2	0,50	0,70	
	2	2,75	2,85	2,30	0,65	1,60	
- 5	1	2,85	0,95	0,55	0,55	0,75	
	2	2,55	0,55	0,55	0,55	1,05	
- 10	1	2,05		1,30	0,65	0,65	
	2	2,40		0,45	1,30	0,55	

Ces résultats ont permis de tracer les courbes moyennes (fig. 18 à 22).

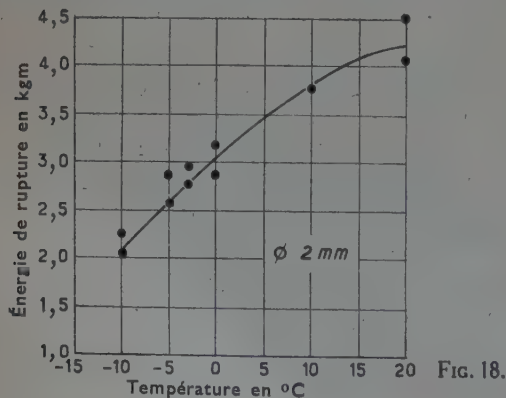


FIG. 18.

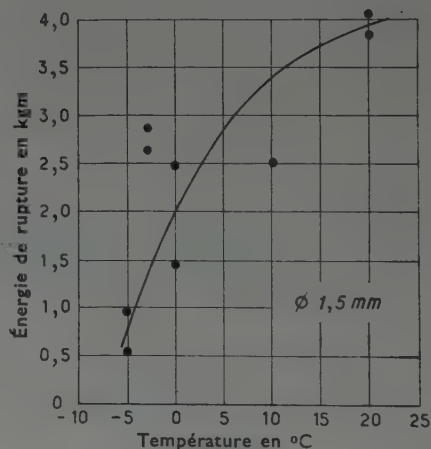


FIG. 19.

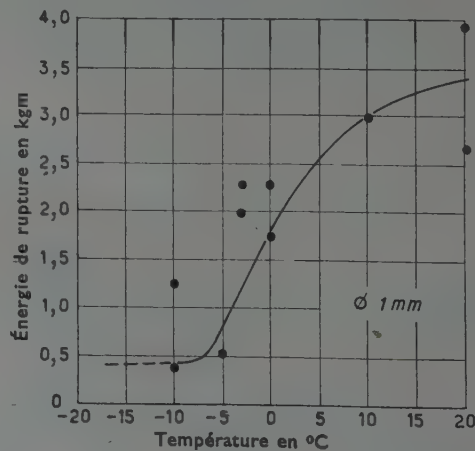


FIG. 20.

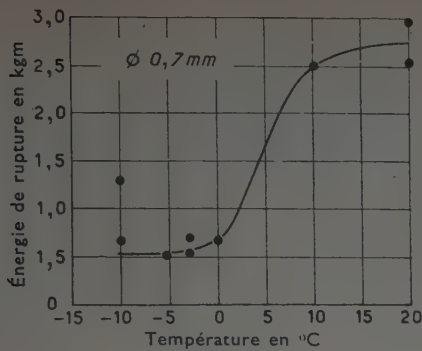


FIG. 21.

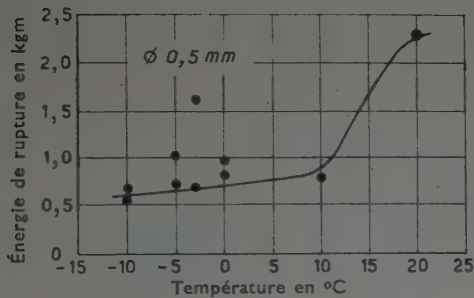


FIG. 22.

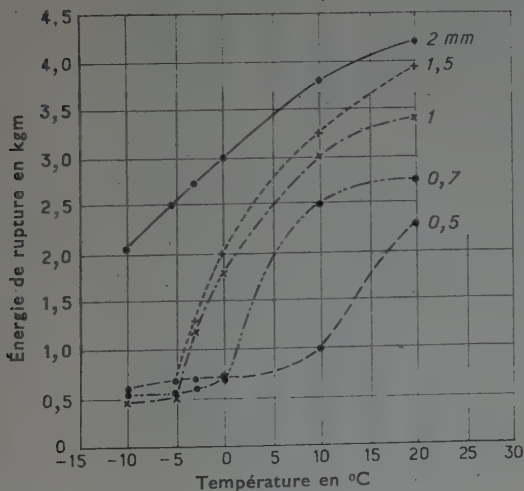


FIG. 23.

On a ensuite déduit pour chaque température la valeur située sur les courbes correspondant à chaque diamètre à fond d'entaille, ce qui a permis de tracer les courbes récapitulatives de la figure 23.

Tableau correspondant aux courbes de la figure 23.

TEMPÉ- RATURE d'essai en °C	ÉNERGIE DE RUPTURE EN kgm					DIAMÈTRE à fond d'entaille en mm
	2	1,5	1	0,7	0,5	
20	4,20	3,95	3,40	2,75	2,30	
10	3,80	3,25	3	2,50	1,00	
0	3	2	1,80	0,7	0,7	
— 3	2,75	1,30	1,20	0,6	0,7	
— 5	2,5	0,65	0,50	0,55	0,65	
— 10	2,05		0,45	0,55	0,6	

Les essais terminés, nous avons examiné l'aspect de la zone de rupture de chaque éprouvette, et les observations qui en ont été faites sont résumées dans le tableau ci-dessous.

TEMPÉ- RATURE d'essai	ESSAI	DIAMÈTRE A FOND D'ENTAILLE EN mm				
		2	1,5	1	0,7	0,5
20°	1	n	n	n	n	ng (peu)
	2	n	ng (peu)	ng (peu)	ng (peu)	n
10°	1	ng	gn	gn	gn	g
	2	gn	gn	gn	g	g
0°	1	gn	gn	gn	g	g
	2	gn	gn	gn	g	g
— 3°	1	gn	gn	gn	g	g
	2	gn	gn	gn	g	g
— 5°	1	gn	gn	g	g	g
	2	gn	gn	g	g	g
— 10°	1	gn	gn	g	g	g
	2	gn	gn	g	g	g

Nous avons adopté pour cela la terminologie suivante :

n rupture à nerf, c'est-à-dire rupture non fragile;
g rupture à grain, c'est-à-dire rupture fragile;
ng rupture à nerf et à grain, mais avec prédominance de nerf;
gn rupture à grain et à nerf, mais avec prédominance de grain.

D. — Conclusions.

1° La température critique est d'autant plus élevée que le diamètre de l'entaille est plus faible, c'est-à-dire que l'état de contraintes est plus sévère.

2° Pour une même température, la résilience est d'autant moins élevée que le diamètre d'entaille est plus faible, sauf dans la région des ruptures entièrement fragiles où, quel que soit ce diamètre, la résilience est pratiquement la même.

Les courbes récapitulatives obtenues permettent de se rendre compte de la ténacité qu'il y a de considérer comme satisfaisant un métal n'ayant fait l'objet que d'un seul essai à la température d'une salle de laboratoire. Cette façon de procéder est à notre avis une des principales raisons des graves mécomptes que l'on a à déplorer presque journellement.

BIBLIOGRAPHIE

- MAC ADAM, The Technical cohesive strength of Metals. *Journal of Applied Mechanics*, décembre 1941.
- DAWANCE (G.), Contribution à l'étude de l'effet d'entaille. *Annales I. T. B. T. P.*, 1948.
- DAWANCE (G.), Le comportement des métaux au choc. *Annales I. T. B. T. P.*, 1949.
- DUPUY, MELLON, NICOLAU, Étude expérimentale de l'influence de la profondeur d'entaille. P. V. de l'Association Française pour l'essai des matériaux. *Édition Revue de Métallurgie*, 1936.
- HOYT (S.), Notched Bar Testing. *Metallurgy and alloys*, janvier 1936.
- JOLIVET, La résilience. *Revue de Métallurgie*, novembre-décembre 1936.
- JOLIVET et VIDAL, Valeur de l'essai de résilience pour l'étude de la fragilité de revenu. *Revue de Métallurgie*, novembre-décembre 1944.
- JONES, On the transition from a ductile to a brittle type of fracture in several low alloy steels. *A. S. T. M. Proceeding*, vol. 43, 1943.
- LIORET, Recherches sur la zone de fragilité critique des aciers. *Revue de Métallurgie*, juin 1945.
- POMEY, Contribution à l'étude de la fragilité. *Revue de Métallurgie*, janvier-février-mars 1948.
- POMEY, CADILHAC, COUDRAY, Choix de la forme d'entaille de l'essai de résilience. *Revue de Métallurgie*, novembre-décembre 1948.
- SCHNADT, Nouvelles méthodes d'essais des aciers et leur application aux constructions soudées. Association Belge pour l'étude, l'essai et l'emploi des matériaux, 1944 (Bruxelles).
- WIESTER, Stähle zur Verwendung bei tiefen Temperaturen und ihre Prüfung. *Stahl und Eisen*, 1943.
- WYSS, Étude des corps entaillés et spécialement des champs de forces des boulons, 1945 (Zurich).

(Reproduction interdite.)

SUPPLÉMENT AUX
ANNALES DE L'INSTITUT TECHNIQUE DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS

FÉVRIER 1953

Sixième Année, N° 62.

Série : ÉQUIPEMENT TECHNIQUE (XXXIV).

CENTRE D'ÉTUDES SUPÉRIEURES

SÉANCE DU 4 MARS 1952

SOUS LA PRÉSIDENTENCE DE **M. P. BRESSOT**, Inspecteur Général des Ponts et Chaussées.

L'EXPÉRIENCE ET LA TECHNIQUE AU SERVICE DE L'ÉTANCHÉITÉ



Étanchéité recouvrant intégralement toutes les parties d'une couverture. Stade dans la région parisienne.

LA TOITURE EN PENTE

Par **M. A. POIRSON**, Ingénieur I. E. G.

INSTITUT TECHNIQUE DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS

ALLOCUTION DU PRÉSIDENT

Si on avait à définir les qualités du parfait technicien, on pourrait mettre en premier lieu l'honnêteté scientifique, c'est-à-dire ne jamais vouloir faire dévier la vérité vers son désir ou vers des buts commerciaux. La deuxième qualité serait peut-être celle qui consiste à examiner à la fois tout l'ensemble et à ne négliger aucun détail.

La troisième qualité, plus particulièrement agréable à ceux qui ont le plaisir de fréquenter le technicien, est l'amabilité et la courtoisie. Eh bien, si l'on avait à tracer le portrait du parfait technicien en donnant un exemple, je sais bien pour ma part quel nom me viendrait aux lèvres, mais je me garderai bien de le prononcer, de façon à ne pas froisser les susceptibilités ou les modesties.

M. POIRSON a bien voulu ce soir traiter un sujet d'actualité et, il faut bien le dire, encore un peu controversé : les toitures inclinées. On peut même se demander pourquoi ce sujet entre dans les sujets d'étanchéité ? La technique du Béton armé, les hydrofuges qu'on peut y employer ont peut-être pu faire croire que l'étanchéité était superflue. M. POIRSON vous démontrera que c'est une utopie et que, plus peut-être que toutes autres les

toitures soumises à l'effet de pluies extrêmement pures et à l'effet des vapeurs acides dans les milieux industriels nécessitent une protection si on ne veut pas qu'elles se désagrègent rapidement.

Cependant il ne faut pas oublier qu'en ce qui concerne un bâtiment, qu'il soit industriel ou d'habitation, la toiture est l'élément essentiel sur lequel il faudra porter le plus d'effort, le plus d'attention et peut-être engager le plus de capitaux si on veut faire œuvre durable.

Certes, on peut dire qu'il y a dans les toitures inclinées des variations assez nombreuses en tenant compte de celles qui doivent abriter certains bâtiments à usage d'appentis ou de resserre.

N'empêche que le problème est important et qu'il est d'actualité en ce moment où l'on reconstruit beaucoup d'usines, où l'on fait des hangars d'aviation, où l'on a à remettre sur pied les bâtiments industriels de la France.

Aussi saurons-nous gré à M. POIRSON de bien vouloir essayer de décortiquer ce problème. Mais je ne veux pas retarder le plaisir que vous aurez à l'entendre et je lui passe la parole.

RÉSUMÉ

Le conférencier présente le problème de l'étanchéité des couvertures en béton armé comportant des pentes supérieures à 8 %, chiffre admis comme limite maximum conventionnelle des toitures-terrasses.

S'appuyant sur le témoignage d'Ingénieurs en renom, le conférencier montre pourquoi il est nécessaire de protéger ces couvertures contre l'action de l'eau et des intempéries et indique comment se manifeste cette action (porosité, fissurations, ambiance agressive) en rappelant les causes principales de fissuration du gros œuvre.

Après avoir exposé les conditions particulières découlant des pentes dont le degré peut être élevé et variable pour un même ouvrage, le conférencier indique les différentes solutions possibles pour assurer à la fois cette protection contre les intempéries et pour obtenir l'étanchéité de la toiture : peinture superficielle, obturation de fissures, revêtements continus et souples, le tout à base d'hydrocarbures lourds (goudron ou le plus souvent bitume).

Après avoir montré comment s'est perfectionnée la technique d'application des chapes en bitume armé ainsi que leur protection contre l'action solaire et le vieillissement, le conférencier indique comment se présente le problème de l'isolation thermique et des réactions possibles de cet isolant sur la tenue de l'étanchéité.

Des dessins donnent les principaux types de raccords de l'étanchéité avec les nervures, vitrages, aérations, chéneaux, etc., et le conférencier termine en indiquant que l'expérience a montré la possibilité et la nécessité de protéger ces couvertures (sheds, voûtes, brisis, etc.) contre toute infiltration.

SUMMARY

The lecturer sets forth the problem of waterproofing reinforced concrete roofs with slopes steeper than 8 %, this figure being the maximum conventional limit for flat roofs.

Naming well-known engineers as authorities, the lecturer shows why it is necessary to protect these roofs against the action of water and weather and how such action proceeds (porosity, cracking, aggressive atmosphere), reviewing the main causes of cracking of framework.

After explaining the special conditions arising from slopes which may lie steep and variable in the same structure the lecturer indicates the various possible solutions to insure at the same time the protection against weathering and the watertightness of the roof : surface painting, plugging of cracks, continuous flexible coatings, all of them on the basis of hydrocarbons (tar or mostly bitumen).

After explaining how the technique to apply coatings of reinforced bitumen was perfected as well as the technique of protecting them against sun rays and aging, the lecturer passes to the problem of thermal insulation and possible action of this insulator on watertightness.

Sketches show the main types of watertight connections with ribs, windows, ventilators, drain pipes, etc. The lecturer indicates, in conclusion, that experience has shown the possibility and the necessity of protecting these coverings (sheds, vaults, breaks, etc.) against all infiltration.

Les thèses et la méthode d'exposition adoptées par les conférenciers et les personnes qui prennent part aux discussions peuvent parfois heurter certains points de vue habituellement admis. Mais il doit être compris que ces thèses et discussions, à l'égard desquelles l'Institut Technique ne saurait prendre parti, ne visent en rien les personnes ni le principe des Institutions.

Pour celui qui est étranger à la profession, le titre de cet exposé paraît bien mal choisi et appelle des précisions. Ce titre est en effet un pléonasme, car chacun sait que toute couverture doit présenter une certaine inclinaison sur l'horizontale. On ne saurait compter, comme certains le firent dans un passé récent, soit sur le soleil pour assurer l'évacuation des eaux pluviales par évaporation, soit sur le vent pour faire remonter celles-ci jusque dans les orifices d'évacuation placés en contre-haut par rapport aux parties voisines.

Nous différencions les couvertures devant recevoir une étanchéité suivant le degré de leur pente.

La *Toiture-Terrasse* va jusqu'à 8 % pour devenir au delà la *Toiture en pente*. Cette division, assez artificielle, ne conserve toute sa valeur pratique que sous un double aspect :

— Possibilité pour la toiture d'être rendue accessible aux occupants et d'être de ce fait, aménagée en lieu de sport, de travail ou de délassement. La pente d'un tel ouvrage est limitée par la nécessité de ne pas sentir le sol fuir sous ses pieds et de pouvoir établir avec toute stabilité un dallage ou carrelage, jardin ou piste. Nous trouverions ici une limite de pente qui se situerait aux environs de 3 à 4 %.

— Possibilité pour le revêtement d'Étanchéité multicouche de s'étoffer en fonction du gros œuvre et de la destination de bâtiment, et ce, sans risque de fluage et avec aptitude à recevoir des protections lourdes et parfois meubles.

Nous garderons néanmoins cette division et ce sont donc les couvertures présentant des pentes supérieures à 8 % dont nous allons parler. A noter qu'il serait possible de les subdiviser en deux groupes :

— Les toitures se présentant suivant un versant plan à pente constante (fig. 1) ou à deux versants dont la pente peut être différente (fig. 2). On peut y assimiler le shed rectiligne.



FIG. 1. — Pente > 8 %. Un versant.



FIG. 2. — Pente > 8 %. Deux versants d'inclinaison différente.

— Les toitures dont l'inclinaison est variable et peut, pour un même ouvrage, passer de l'horizontale à la verticale. Nous trouvons ici toutes les couvertures des bâtiments industriels (fig. 3) tels que voûtes, sheds paraboliques, conoïdes, etc.

Si l'on n'oublie pas les noues et chéneaux, qui recueillent les eaux à la base des versants pour les diriger sur

les descentes, on voit qu'il est vain de vouloir chercher ici un classement par degré de pente et que les revêtements d'Étanchéité doivent avoir des qualités toutes particulières afin de demeurer efficaces et stables quelles que soient la forme et l'inclinaison.

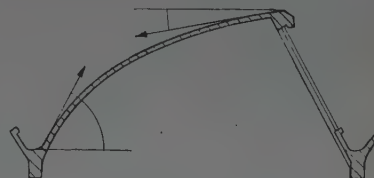


FIG. 3. — Pente variable.

Enfin vous avez déjà compris qu'il s'agit de couvertures en dur, le cas le plus fréquent étant le béton armé dont les applications en matière de toitures inclinées ont pris dans notre pays un grand développement.

Doit-on protéger le béton des couvertures ?

L'opinion du conférencier ne saurait faire de doute, mais n'a pas de valeur, puisqu'il est orfèvre.

Nous aurons donc recours à des voix plus autorisées que la nôtre et dont on ne saurait suspecter ni l'impartialité, ni la compétence.

Au cours des journées techniques de la route de 1951, M. DURIEZ a présenté une étude très intéressante sur l'action des eaux capillaires et météoriques vis-à-vis des chaussées et des pistes d'envol, dont je ne peux retenir ici que la conclusion :

« L'eau et le feu sont les éléments puissants et dévastateurs que craignaient les Anciens : mais le feu se dévore lui-même et disparaît avec la substance qui l'alimente.

« L'eau seule demeure et se renouvelle sans cesse ; le temps est son auxiliaire : si ce dernier est symbole du vieillissement, l'eau a pour attribut la corrosion, non moins redoutable. »

Cette action de l'eau est confirmée en ces termes par M. LOSSIER, dans son ouvrage récent *La Pathologie du Béton armé* :

« L'attention des constructeurs ne semble pas avoir été toujours suffisamment attirée sur l'action de l'eau de pluie.

« Les eaux de pluie, en raison même de leur pureté, doivent être considérées comme des agents agressifs pour les ouvrages en béton armé, notamment pour les toitures et les façades des bâtiments exposées à leur action.

« Aussi, convient-il dans la plupart des cas de réaliser une protection étanche, efficace dans le temps, c'est-à-dire régulièrement visitée et au besoin entretenue.

« Si la lenteur de l'apparition des phénomènes envisagés libère en général les constructeurs de leur responsabilité décennale, la durée et la sécurité des ouvrages n'en peuvent pas moins être gravement menacées dans le temps. »



FIG. 4. — Pose d'un revêtement d'étanchéité sur une couverture en forte pente aux États-Unis (Document Carey).

Je pense que cette opinion est suffisamment probante à vos yeux pour justifier les efforts entrepris pour rechercher les moyens de prévenir cette action; elle est d'ailleurs confirmée par les très nombreux bâtiments récents ou anciens, qui se recouvrent, dès l'origine ou par la suite, de revêtements d'étanchéité distincts du gros œuvre. On peut ajouter que là où cette protection est absente, c'est généralement faute de crédit ou de prévoyance, plutôt que par absence de nécessité.

Comment cette action se manifeste-t-elle ?

L'eau est un puissant agent de destruction qui agit par des voies diverses :

— Action directe par érosion, dissolution, hydrolyse et par ses changements d'état constants (évaporation, condensation, gel).

— Par les gaz ou sels dissous qu'elle véhicule, dépose à l'intérieur du béton et qu'elle rend agressifs.

C'est un véhicule qui crée le milieu et engendre la corrosion dont les éléments les plus actifs sont amenés par l'atmosphère.

A ceux qui douteraient de la puissance de destruction de la goutte d'eau constamment renouvelée, je me contenterai de faire appel aux souvenirs des alpinistes, qui savent d'où proviennent les chutes de pierre qui constituent pour eux un danger permanent sur certaines faces de montagne tout à tour soumises au gel et au dégel.

Sur les couvertures, l'eau agit :

— Par ruissellement en surface (action lente et à retardement qui fait petit à petit ressortir le squelette du mortier ou du béton et déchausse les agrégats).

— Par porosité du béton (laquelle existe toujours et se trouve augmentée par distorsion du milieu).

— Par pénétration dans les fissures (action beaucoup plus rapide, susceptible de provoquer l'oxydation des

aciers, accompagnée de foisonnement). Cette action est souvent aggravée par une ambiance agressive interne ou externe, ambiance courante dans les centres industriels où l'atmosphère est chargée de vapeurs généralement acides et en bordure de mer.

Les causes de fissuration du béton armé sont bien connues; elles ont fait l'objet d'un récent article de la *Revue Générale de l'Étanchéité* (septembre 1951). Aussi, nous contenterons-nous de rappeler les principales d'entre elles :

— Le retrait des bétons et mortiers au cours de la prise et du durcissement.

— Les variations thermiques et hygrométriques agissant simultanément et de façon différente sur les deux faces des voiles et des poutres, parties d'un même ouvrage monolithe et présentant des inerties thermiques différentes.

— Les charges statiques dont la répartition est souvent différente de celle prévue au calcul.

— Surcharges statiques et climatiques (vent, neige) qui engendrent des efforts, parfois difficiles à prévoir.

— Les vibrations et les chocs, dus aux efforts sismiques et aux machines.

Nous laissons volontairement de côté les fissurations provenant d'erreurs de calcul ou de malfaçons sur chantier et nous avons admis que nous n'avions affaire qu'à des bâtiments bien conçus et bien exécutés.

On peut dire que la couverture en béton armé est bien française, car je ne pense pas qu'elle ait pris à l'étranger une extension aussi grande que dans notre pays; les premières voûtes minces en béton armé datent, en France, de 1910 et le développement de ce matériau provient de sa grande souplesse d'emploi, de ses qualités de résistance aux charges et au feu, de son faible coût d'entretien. Nous avons assisté depuis une vingtaine d'années à son évolution rapide :

— La réduction des temps de coffrage conduit à rechercher des liants à haute résistance initiale, à grande finesse de mouture, devenant de ce fait plus sensibles au retrait;

— La diminution de l'épaisseur des voiles, concurremment avec l'augmentation des portées, augmente la flexibilité et favorise les brusques variations de section et donc d'inertie thermique.

Les couvertures modernes en ciment armé doivent donc être davantage sujettes aux fissurations, et c'est bien ce que l'on constate dans la pratique.

Au surplus, l'extension de ce mode de couverture à des bâtiments tels qu'usines de production ou de transformation d'Énergie, Filatures et Tissages, Magasins à matières périssables, etc., a imposé, dès la construction, une étanchéité absolue de la couverture, étanchéité devant être maintenue sans défaillance dans le temps. En réalité d'ailleurs, cette qualité doit être propre à toute couverture, de par sa fonction même.

Nous voici arrivés à la conclusion naturelle de cette première partie de notre exposé. Tant pour protéger le béton contre l'eau et les agents agressifs que pour protéger l'intérieur contre toute infiltration, on est conduit à prévoir dans tous les cas un revêtement distinct du

gros œuvre et destiné à assurer l'étanchéité de la toiture. A noter que les revêtements *continus* à base d'hydrocarbures lourds, de par cette continuité, peuvent être seuls qualifiés d'*étanches*, en ce sens qu'ils permettent de prohiber toute pénétration d'eau, quelles que soient la vitesse et la direction des vents projetant l'eau pluviale ou la neige sur la couverture.

Comment réaliser cette Étanchéité ?

Les produits ou matériaux utilisés jusqu'ici sont à base d'hydrocarbures lourds de la famille des goudrons et des bitumes et se présentent avec les formes les plus diverses : fluides, semi-fluides, pâteux, solides en masse et en feuilles. Font exception les Enduits pâteux à base de composés résineux naturels. Les résultats obtenus, et notamment leur comportement en fonction des réactions du support, sont très différents suivant leur nature, leur épaisseur d'emploi, leur résistance à la corrosion et à la fissuration et leur protection contre les agents extérieurs. Compte tenu des essais en laboratoire et, en usine, et surtout des données expérimentales, ces produits ou matériaux doivent être adaptés dans leur préparation et dans leur mise en œuvre :

— D'une part aux caractères particuliers du gros œuvre (nature, dimensions, forme, pentes), à son exposition (ensoleillement) et à l'ambiance externe (climat, atmosphère);

— D'autre part au programme prévu, compte tenu des notions d'efficacité absolue ou relative, de durabilité, des frais d'investissement, de l'amortissement plus ou moins rapide, du caractère de l'exploitation, etc.

Toutefois, afin de lui permettre un choix raisonné, le Maître de l'œuvre ne doit pas regarder seulement le coût d'édification de l'ouvrage : il doit aussi tenir compte de certaines servitudes possibles relatives à l'étanchéité des couvertures (entretien, réenduction, réparations), sans oublier le trouble que cela peut apporter dans son exploitation.

Notre intention n'est pas de vous présenter tous les produits, matériaux et revêtements susceptibles de répondre plus ou moins exactement à ces conditions diverses et souvent contradictoires. Je me contenterai de quelques idées générales.

Lors de la construction, différentes positions peuvent être prises devant le problème de l'Étanchéité de telles couvertures :

1° *La première solution consiste à ne rien faire*, sauf un béton plein, sans ou avec enduit ciment (incorporé plutôt que rapporté) et à attendre pour voir ce qui va se passer.

L'imperméabilité de surface peut être rapidement compromise en atmosphère agressive et la surface du béton se dégrade. On peut y remédier par l'application d'un vernis protecteur à base de brai de houille ou de pétrole. Ce film de protection doit être maintenu en état d'usage par réenduction périodique. S'il est de teinte noire et absorbant vis-à-vis des radiations calorifiques, sa présence peut accentuer les contraintes d'origine thermique du béton et accélérer sa fissuration, alors qu'il est inefficace contre celle-ci.

Dès l'apparition des premières fissures, celles-ci sont détectées et traitées, soit par produit pâteux noir ou gris maté dans une saignée et armaturé (tissu léger, feuille mince d'aluminium ou de cuivre recuit), soit par bande de Bitume armé fixée par soudure de part et d'autre de la fissure.

Imperméabilisation superficielle et obturation des fissures au fur et à mesure de leur apparition peuvent marcher de pair pour que les équipes d'entretien puissent maintenir les couvertures en état d'étanchéité. Ce procédé, simple et économique au départ, peut cependant se révéler ultérieurement dispendieux dans le cas où les interventions s'amplifient avec les années. On se rend surtout compte à ce moment de la précarité des prévisions, quant à l'évaluation à priori du coût de ces opérations.

D'autre part, si l'on se contente de traiter les fissures avec un produit noir, il arrive, suivant l'expression de M. VITALE, que certaines de ces toitures finissent par ressembler « à un dos de pachyderme zébré de noir ».

Bien faire attention à l'incompatibilité qui peut exister entre deux produits de base différente (tels qu'un enduit fluide à base de bitume et un enduit pâteux à base de goudron), surtout s'ils sont mis en contact avant évaporation des produits légers et semi-lourds.

2° *La deuxième solution cherche à réaliser à la fois protection superficielle et lutte contre l'infiltration par fissure* au moyen de ce que nous nous permettrons d'appeler une demi-mesure.

Il s'agit de l'application d'un enduit bitumineux semi-fluide ou fondu présentant une épaisseur notable.

Par rapport à la première, cette solution apporte-t-elle un progrès important ? On peut en douter, car surabondante comme enduit protecteur là où il n'y a pas fissuration, la couche qui durcit avec le temps finit par se



FIG. 5. — Couverture en plein cintre. Station radio-électrique dans la région parisienne.

rompre sous les efforts alternés constamment renouvelés qui s'exercent au droit des fissures et nous sommes ramenés au premier cas. A noter qu'il ne suffit pas de superposer couche sur couche de bitume fluidifié ou de goudron pour améliorer cette résistance à la rupture, et que ces surépaisseurs de produits, se ramollissant et coulant sous l'action de la chaleur, sont plus nuisibles qu'utiles : on ne peut les enlever qu'à grands frais si l'on est amené par la suite à adopter d'autres solutions plus rationnelles.

3° *La troisième solution consiste à se fixer comme objectif la recherche d'un revêtement possédant les qualités suivantes :*

— Aptitude à supporter sans se rompre les efforts prévisibles de fissuration du gros œuvre, et ce, sur la totalité des surfaces exposées, sans fluage quelle qu'en soit l'inclinaison;

— Conserver au maximum dans le temps ces qualités initiales d'imperméabilité, de souplesse et de résistance à l'action des agents extérieurs et en tous les cas, largement au delà du terme de la garantie décennale s'attachant à ces ouvrages.

Dans cette recherche de la solution optimum, il ne faut pas oublier ce que l'expérience se chargerait de rappeler si besoin était, à savoir que ce genre de couverture, de par l'exposition des versants, le degré variable et souvent élevé des pentes :

— Tend à provoquer le glissement du matériau ou le fluage de la base d'étanchéité, phénomène d'autant plus à craindre que le revêtement est plus épais, formé d'éléments superposés plus nombreux et que l'ensemble (produit ou complexe) est plus susceptible aux variations de température.

— Tend à durcir plus vite la base d'étanchéité et à la rendre plus fragile lorsque l'étanchéité demeure exposée directement à l'action des agents extérieurs et si son point de ramollissement est plus élevé au départ (élévation obtenue généralement au détriment de sa souplesse, de sa plasticité ou de son élasticité).

— Oblige à une liaison plus étroite du revêtement d'étanchéité avec un support mince et flexible dont les réactions sont de ce fait plus à craindre pour l'étanchéité.

— Ne permet pas d'envisager (sauf exception), comme pour les toitures plates, des protections lourdes et épaisses.

Il faut donc chercher des revêtements conciliant à la fois légèreté, résistance à la fois au fluage, à la fissuration et aux intempéries et je voudrais seulement vous faire toucher du doigt combien la mise au point d'un procédé représente d'efforts persévérants, s'échelonnant sur de nombreuses années, à mesure qu'apparaissent qualités ou défauts et que l'expérience ainsi patiemment acquise oriente la recherche et guide dans la voie du progrès.

Parmi les procédés d'Étanchéité étudiés en vue de satisfaire les conditions que nous avons rappelées et utilisées aujourd'hui dans notre pays depuis plus ou moins longtemps, nous trouvons :

— L'Asphalte coulé, avec une composition spéciale.

— L'Enduit pâteux, à base de goudron ou bitume, posé en Multicouche en association avec des feutres goudronnés ou bitumés ou des feuilles minces de métal.

— Le Feutre bitumé et le Bitume armé, matériaux en feuille préparés en usine, qui ont bénéficié de l'amélioration des procédés d'imprégnation des armatures, des progrès apportés dans la qualité des bitumes et par leur fillérisation. Si nous ajoutons quelques indications sur la mise en œuvre de ces dernières, c'est parce qu'ils sont mieux connus de nous et non par esprit d'exclusive.

Sur les pentes modérées et constantes (généralement inférieures à 15 %), ces matériaux demeurent le plus souvent assemblés en Complexe multicouche dont la pose ne diffère pas de celle utilisée en toiture-terrasse.

Sur les pentes plus fortes et variables dans une même section, le problème se complique du fait que la fixation de l'Étanchéité sur son support en dur doit pouvoir se réaliser en France sans le secours du clouage, la faible épaisseur des voiles ne permettant pas d'y noyer tasseaux ou liteaux. Il est toujours tenu compte des enseignements du chantier dans la fabrication du matériau et la préparation des enduits d'application à chaud ou à froid, en fonction notamment du lieu et de la saison d'emploi.

Les Feutres bitumés, généralement posés en double épaisseur sont appliqués, sauf exception, à l'aide d'enduit bitumineux à chaud par collage direct ou par ramollisse-

ment au chalumeau après étendage, le tout sur couche adhésive (émulsion ou solution bitumineuse).

Le Bitume armé, dont la première application sur toiture inclinée remonte, sauf erreur, aux environs de 1921, a fait l'objet de notre part de recherches suivies, en raison de l'intérêt que nous attachions à la souplesse et à la résistance que confèrent à ce matériau son armature tissée.

Le début vit le collage à chaud d'éléments de fabrication courante : bien qu'équilibrés par pose à cheval sur versants symétriques, certains défauts furent vite mis en évidence sous l'action du soleil : déformations dues au pourcentage élevé du matériau en bitume de forte susceptibilité, telles que plis et fluages partiels de masse.

Vint ensuite le collage, par enduit adhésif à froid, de feuilles plus légères : cette pose, délicate, donna une adhérence très énergique et favorisa les fissurations en fonction des réactions du support au fur et à mesure que le bitume durcissait avec le temps.

Fluage et glissement disparurent ; l'apparition de cloques fut attribuée à une évaporation incomplète du solvant de l'enduit adhésif.

Pour combattre le durcissement de la masse, l'enduit d'application à froid devint plus gras et à séchage plus lent, en même temps que l'on renforçait l'épaisseur de la chape. Certains défauts réapparurent sous l'action de la chaleur tels que la déformation de certains éléments, l'enduit préalable formant plan de glissement.

Déjà à ce moment la lampe à souder à essence était utilisée pour réunir entre elles les feuilles voisines au droit de leur recouvrement, ainsi que pour les fixer par soudure sur de faibles parties verticales, tels que les goussets des reliefs en terrasse. L'idée vint de souder en plein des feuilles entières de Bitume armé, l'enduit adhésif étant amené préalablement à l'état de siccité et préparé à base d'un bitume plus dur ; cet enduit forme écran vis-à-vis des alcalis du ciment et apporte à la surface du support le bitume d'accrochage qu'il n'est plus nécessaire de prélever dans la masse de la chape ; la sous-face de cette dernière est simplement ramollie à la flamme.

Le procédé classique de pose du Bitume armé sur les versants en forte pente était trouvé et fut facilité par la suite par l'emploi de chalumeaux à réservoir séparé (essence et propane) ; ce procédé présente diverses variantes, notamment la semi-indépendance obtenue par fixation en partie courante le long des bords des feuilles en vue d'obtenir le maximum d'articulation entre le Béton armé et le Revêtement d'Étanchéité.

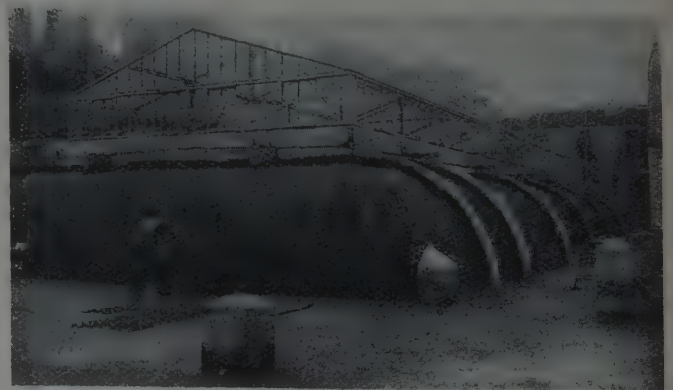


Fig. 6. — Application en 1926 de feuilles de bitume armé par soudure à la lampe sur une couverture en béton armé en forte pente.

On ne doit pas oublier les efforts d'arrachement dus au vent que l'étanchéité doit supporter sur certains versants, notamment sur ceux opposés à la direction d'où vient le vent. Sur les couvertures en béton armé, nous n'avons jamais eu de sinistre à enregistrer de ce fait avec les revêtements d'étanchéité posés par collage ou soudure, même en semi-indépendance.

Le phénomène de cloquage que l'on continue à observer sur certains ouvrages, a fait l'objet de recherches pour en déceler tout d'abord les causes longtemps demeurées mystérieuses. D'abord attribuées aux vapeurs du solvant de l'enduit d'imprégnation, il fallut chercher ailleurs lorsqu'on utilisa pour cet enduit des émulsions dont la rupture était complète et dont le film était parfaitement sec lors de la pose du revêtement. Une observation attentive nous montra :

— Que certaines cloques se reproduisaient au même endroit après leur suppression;

— Que l'enduit bitumineux demeurant adhérent au support présentait un petit trou, semblant être l'orifice d'un canal faisant communiquer la cloque avec le béton sous-jacent.

Cette même observation avait déjà été faite, d'une façon plus nette encore, avec les « pustules » ou soulèvements de la partie supérieure du bitume de la chape en forme de cratère avec cheminée centrale, phénomène attribué à de l'air occlu à la fabrication dans la masse du matériau.

— Que l'élévation de température dans l'enceinte ainsi créée était suffisante pour amener le bitume à l'état de semi-fusion.

— Que l'intérieur de la cloque était généralement tapissé de gouttelettes d'eau, montrant qu'il y avait eu saturation au moment de l'insolation maximum.

— Que le cloquage était fonction de l'ensoleillement, et donc de la température atteinte par l'étanchéité, dont la résistance au soulèvement était d'autant plus réduite que le bitume se ramollissait.

On chercha longtemps à faire intervenir uniquement l'air sec dont l'augmentation de volume en fonction de la température est de la forme : $V = V_0 (1 + \alpha t)$ avec $\alpha = \frac{1}{273}$.

On chercha à éviter, lors de la pose de l'étanchéité, de laisser de l'air emprisonné, soit entre le revêtement et son support, soit entre deux éléments de ce revêtement, en assurant un collage aussi complet et régulier que possible des uns sur les autres. Il devient rapidement évident qu'à mesure que le phénomène s'amplifiait, il fallait faire intervenir l'air contenu dans le support, et même celui de l'atmosphère en contact avec la sous-face de ce dernier.

On sait aujourd'hui ⁽¹⁾ que le cloquage est provoqué par la double expansion de l'air et de la vapeur d'eau qui sature celui-ci, dont les effets s'ajoutent arithmétiquement au fur et à mesure de l'élévation de température à la fois de l'étanchéité et d'une certaine épaisseur du béton en contact sous l'action solaire. L'eau liquide fortement adsorbée dans les capillaires de la couche inférieure du béton doit former « bouchon » au moment où se développent ces efforts, susceptibles d'atteindre 200 g/cm² s'exerçant sur une membrane dont le poids ne dépasse pas 1 g/cm² et dont la résistance à la défor-

mation est diminuée par l'élévation de température. Il semble que le cloquage se manifeste particulièrement sur les dalles en béton vibré.

On comprend ainsi que ce soit sur les toitures inclinées que se manifeste le plus souvent le cloquage, avec des étanchéités relativement légères, non chargées par des protections épaisses et isolantes vis-à-vis de l'action solaire. Les cloques indiscutablement inesthétiques, ne sont donc pas en général la conséquence visible d'une malfaçon de l'étancheur. Surtout avec des matériaux préfabriqués et souples, elles ne constituent un danger à retardement que si l'on vient à les crever ou par l'affaiblissement de la chape pouvant résulter d'un fluage de la masse de bitume détachée du support.

Pour combattre le cloquage, on peut tendre à réduire, soit la susceptibilité des bitumes utilisés, soit leur absorption thermique par une protection appropriée, à réaliser un support « ouvert » (notamment dans sa partie inférieure) et rechercher tout ce qui peut contribuer à supprimer ou à diminuer les apports d'air saturé d'humidité dans le support, tout ce qui peut empêcher ou réduire les condensations de celui-ci dans l'épaisseur de ce support.

Comme ces conditions sont difficiles à réaliser et créent des sujétions nullement négligeables, nous avons pensé qu'il suffisait peut-être de laisser une lame d'air entre les éléments d'étanchéité et le support pour permettre l'expansion sans soulèvement notable du revêtement. L'expérience a prouvé que, sauf cas exceptionnel, il en était bien ainsi.

Comment assurer la protection de l'Étanchéité ?

Nous avons vu que les premières applications conduisaient à chercher une protection destinée à maintenir, sans déformation sur son support, les revêtements souples à haut pourcentage en bitume pur; d'où l'emploi d'une contre-chape en ciment, armée d'un grillage mécanique qui fut assez décevant sur les ouvrages de grande dimension. Cette protection, se déformant sans contrainte sous l'effet des variations de température était d'une tenue médiocre et susceptible de réagir fâcheusement sur le revêtement d'étanchéité. Son action protectrice risquait de se commuer en une action destructrice; ceci devint particulièrement évident lorsque l'on voulut ancrer la contre-chape dans la dalle en béton armé à travers l'étanchéité, dans le but d'éviter tout glissement de l'ensemble *Étanchéité-Protection* sur des pentes très fortes (soulèvements avec fissuration entre les points d'ancrage et « rabotage » de l'étanchéité au voisinage de ceux-ci).

Cette protection en dur est devenue sans objet lorsque les éléments d'étanchéité purent être réalisés et fixés sur la couverture, sans risque de fluage partiel ou de glissement. Une exception demeure, celle de couvertures exposées aux chutes de pierre (en montagne) ou devant recevoir une couche de terre. Dans ce cas, on peut concevoir, soit une contre-chape armée, posée sur feutre isolant, ancrée fortement en partie haute et découpée en fuseaux dans le sens de la pente par des joints, soit des dalles reposant sur des nervures à butons et non rejointoyées.

En dehors de ces cas particuliers, puisqu'une étanchéité à nu peut tenir, pourquoi vouloir la protéger ? Bien que sachant aujourd'hui qu'un matériau de couleur foncée n'est pas obligatoirement de ce fait le *corps noir* du thermicien, nous ne nous trompons pas en pensant

(1) Revue de l'Étanchéité (décembre 1951).

que le bitume de l'Étanchéité s'échauffait considérablement sous l'action solaire ⁽¹⁾ transmettant cette chaleur à la dalle en béton.

Deux conséquences fâcheuses nous semblaient en découler :

1° Augmentation des contraintes du béton — et donc de sa fissuration — sous l'effet des variations amplifiées de température;

2° Augmentation de la rapidité d'évolution du bitume, tendant à faciliter avec le temps sa rupture au droit de fissures dont le jeu était amplifié, comme il vient d'être dit.

D'où la recherche d'un écran superficiel placé sur le matériau d'étanchéité et destiné à réduire l'absorption thermique. Les peintures claires, le lait de chaux furent tour à tour utilisés sans grand succès; elles disparaissent assez vite, à moins que la croûte dure formée ne présente rapidement un alligatorisme prononcé avec des soulèvements marginaux, endommageant l'étanchéité. C'est alors que fut essayé la poudre d'aluminium à structure lamellaire, fixée en usine sur le bitume encore chaud du matériau souple; les résultats furent intéressants, et pour la première fois, la réflexion du rayonnement à pouvoir calorifique devenait une réalité; cependant avec certains bitumes, un certain alligatorisme se reformait, provoquant des discontinuités du film protecteur, puis les particules de métal se noyaient dans la masse ou étaient entraînées par l'eau; il aurait fallu en assurer le renouvellement périodique.

Entre temps, le surfacage minéral par grains d'ardoise des Ardennes fut utilisé pour profiter des avantages offerts par la stratification lamellaire du schiste, sa teinte neutre (camouflage) et l'absence de glissance pour la circulation des ouvriers. Bien que thermiquement très absorbant, ce surfacage est toujours en usage en attendant de trouver un minéral de structure analogue et moins absorbant, possédant une adhérence forte et durable.

C'est en 1932 que fut réalisé en France pour la première fois et sur machine, la fixation sur les feuilles de Bitume armé d'un écran métallique très mince. Le métal choisi, l'aluminium, présente à l'état recuit une ductilité remarquable et une possibilité de laminage en épaisseur allant jusqu'au centième de millimètre, sous un titre élevé. Ce mariage fut heureux : sous cet écran durable et continu, le bitume ne présentait au bout de plusieurs années aucun des signes visuels de vieillissement précédemment observés. Son emploi s'est de ce fait généralisé partout où il n'y a pas risque de corrosion par l'ambiance extérieure. On pensait au début que l'aluminium agissait comme écran vis-à-vis des rayons ultra-violet, dont on redoutait les effets pénétrants sur la stabilité des colloïdes. Une série d'expériences entreprises en 1937 par le créateur du complexe *Bitume-Aluminium* permit de relever les températures suivantes :

Air ambiant	30°
Bitume à nu ou ardoisé	58°
— sous aluminium poudre	48°
— sous aluminium feuille	42°

mettant en évidence la valeur de cet écran vis-à-vis de l'élévation de température. Il en résulte aussi une réduction

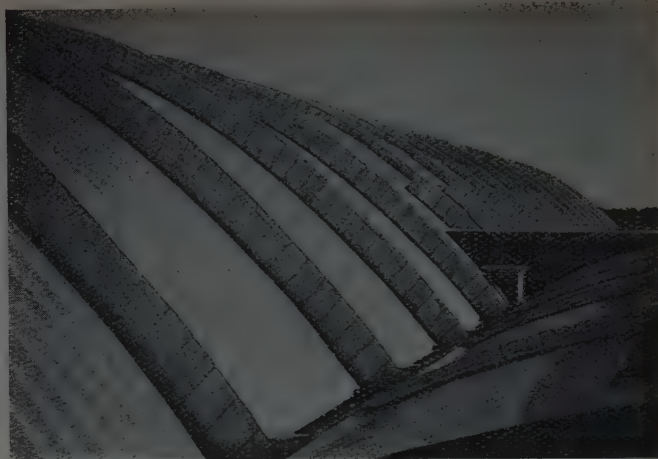


FIG. 7. — Voûtes de portée différente couvrant un établissement commercial dans le Sud-Est.

sensible des variations de température, puisqu'à une moindre élévation de température diurne (coefficient de réflexion voisin de 90 %) correspond un refroidissement nocturne moins fort (coefficient d'émissivité faible : 0,04 à 0,09 suivant l'état de surface contre 0,90 environ pour les matériaux usuels).

Les récentes recherches entreprises sur le mécanisme du vieillissement, notamment par M. le professeur DUBRISAY qui a bien voulu vous exposer ici-même les premiers résultats obtenus, semblent mettre en relief l'intérêt de l'écran métallique vis-à-vis de l'action énergétique de l'oxygène, associée à celles de la température, de la lumière et de la vapeur d'eau.

Cette protection par écran métallique continu, légère et peu coûteuse, est donc à notre avis d'un intérêt considérable et largement payante, puisqu'elle prolonge la durée de pleine efficacité du revêtement d'Étanchéité sans aucune servitude d'entretien ou de réenduction. Il reste à vérifier la valeur de certains traitements de surface pour étendre l'emploi de l'aluminium aux atmosphères agressives, ou à trouver un écran équivalent et plus résistant à la corrosion de certains agents chimiques.

Bien entendu, le fond des chéneaux et des noues doit être protégé contre le ruissellement plus lent de l'eau pluviale et la circulation du personnel chargé de l'entretien et du nettoyage. L'étanchéité y est renforcée et reçoit généralement un surfacage minéral; ce renforcement s'impose d'autant plus que la pente est plus faible, augmentant ainsi le risque de stagnation d'eau. Cette pente doit être normalement voisine de 1 % sans jamais descendre au-dessous de 0,5 %.

Lorsque le chéneau doit être déneigé, il est prudent de prévoir une protection par contre-chape grillagée, remontée, accrochée et arrêtée latéralement sous des débords à larmier, de façon à éviter que l'eau ruisselant sur l'étanchéité des versants ne vienne à s'infiltrer entre chape et contre-chape dans le chéneau.

Où placer, si nécessaire, l'isolation thermique ?

Ce n'est que récemment que cette question a pris de l'importance par suite de l'extension des couvertures en béton armé aux usines telles que Filatures et Tissages et aux Magasins à denrées périssables, bâtiments néces-

(1) Alors que l'air ambiant peut être à une température ne dépassant pas 30 à 35° (mesurée sous abri) le bitume de la chape peut atteindre 55 à 65°, température variable suivant l'exposition, le vent et la nature du support.

sitant un degré d'humidité et une température constants et où l'on doit éviter les condensations. Dans les premières réalisations, l'isolant fut placé en fond de coffrage (corps creux, panneaux) ou projeté sur la sous-face (composé à base d'amiante).

Pour éviter cette sujétion lors du coulage du gros œuvre et pour permettre à l'isolant de protéger du même coup le béton armé contre le jeu des températures, celui-ci fut ensuite placé au-dessus des voiles. Dans le but de réduire la surcharge, en même temps que l'épaisseur, tout en conservant un coefficient de résistance thermique suffisant ⁽¹⁾, la tendance est de faire appel à des matériaux isolants énergiques, donc légers, choisis parmi ceux dont le coefficient de conductibilité est le plus faible.

Le revêtement d'Étanchéité souple, dont la nécessité s'avère plus impérieuse encore pour maintenir l'isolant thermique à l'abri de l'eau extérieure, est donc placé au-dessus de celle-ci, ce qui nous amène à examiner les deux points suivants :

1° Plus un matériau est isolant, moins il est mécaniquement résistant, moins il devient apte à recevoir directement l'étanchéité. On sait que la surface d'application de cette dernière doit être résistante et homogène, bien dressée et régulière; d'où l'enduit ciment appliqué sur l'isolant (épaisseur fixée à 0,02 par le règlement relatif aux « Conditions d'Exécution du Gros Œuvre des Toitures-Terrasses en Béton Armé » lorsqu'il s'agit de matériaux isolants agglomérés par un liant).

Des précautions sont à prendre pour exécuter cet enduit sur un matériau susceptible d'être soit très avide d'eau s'il est parfaitement sec, soit imprégné d'eau s'il a reçu et emmagasiné, en sus de celle apportée au gâchage, l'eau de pluie. De plus, sa tenue dans le temps peut ne pas être toujours satisfaisante : c'est au jeu de cet enduit sur certains isolants (fissurations, soulèvements) que l'on doit attribuer parfois la mauvaise tenue de l'étanchéité. Nous ne croyons pas que l'incorporation d'un grillage mécanique dans l'enduit ait pu prévenir ces incidents. Aussi, cherche-t-on à réaliser un enduit incorporé et à en réduire l'épaisseur; il convient d'avancer prudemment dans cette voie et de suivre de près les applications existantes ou en cours.

L'isolant peut être coulé sur place, ou posé en éléments préfabriqués. Dans le premier cas, il faut penser à assurer, comme déjà indiqué, et si nécessaire, l'assèchement de l'isolant; son retrait ne doit pas dépasser celui des bétons et mortiers courants. Dans le deuxième cas, le retrait n'est plus à craindre, mais la présence des joints entre éléments entraîne des discontinuités dans l'isolation.

2° L'Étanchéité, étant en contact presque direct avec l'isolant, va se trouver soumise à des températures plus élevées.

Sans isolation, le voile, l'ossature porteuse et l'atmosphère constituent des organes dissipateurs de calories.

Avec l'isolation placée en sous-face du gros œuvre, l'organe-tampon est limité à ce dernier.

Avec l'isolation placée au-dessus, nous arrivons au cas extrême. Il y a discontinuité brutale entre les coefficients de conductibilité, dont on pourra se rendre compte en jetant un coup d'œil sur le tableau suivant :

COEFFICIENTS

Bitume	0,15 env.	
Mortier de ciment	0,65 —	
Béton pouzzolane	0,20 —	
Béton cellulaire	0,15 —	(densité 900)
Béton cellulaire	0,06 —	(densité 300)
Béton vermiculite	0,07 —	
Panneaux liège	0,04 —	
Béton armé	1,10 —	

L'enregistrement graphique des températures confirme bien le fait. Cette élévation peut atteindre une dizaine de degrés dans les heures normalement chaudes de la journée sous notre climat; il faut ajouter que les variations thermiques rapides dues à l'occultation du soleil par des nuages sont fortement amplifiées par la présence de l'isolant thermique. On peut donc craindre que la tenue d'une étanchéité, posée sur un support à fort coefficient d'isolation ne soit influencée défavorablement dans l'immédiat (fluage, cloquage) et dans le temps (vieillessement plus rapide).

En fait, si l'expérience n'est pas encore suffisamment étendue dans notre pays pour que l'on puisse se prononcer d'une façon formelle, nous estimons que rien en tous cas ne permet aujourd'hui de la stopper.

Nous savons déjà que des étanchéités souples utilisées en conjonction avec des isolations thermiques sur toitures en pente peuvent se bien comporter dans l'immédiat; nous savons également qu'aux États-Unis, il est d'usage courant, même sur toitures inclinées, de poser des Étanchéités multicouches directement sur des plaques isolantes dont le coefficient de conductibilité varie entre 0,04 et 0,10 et dont l'épaisseur varie de 12 à 50 mm; il n'y a pas d'enduit ciment entre les deux et nous n'avons pas connaissance qu'il en soit résulté des déboires systématiques quant à la tenue de l'étanchéité.

A notre avis, cette action dans le temps doit exister, mais elle peut être moins profonde qu'on pourrait le craindre. En voici un exemple :

— En 1935, un ensemble de sheds en ciment armé couvrant 16 000 m² et situé dans le Sud-Ouest, a été revêtu d'une chape de Bitume armé dont 6 000 m² sur béton cellulaire en dalles de 0,06 et enduit grillagé de 0,02 et 10 000 m² sur le béton comportant en sous-face

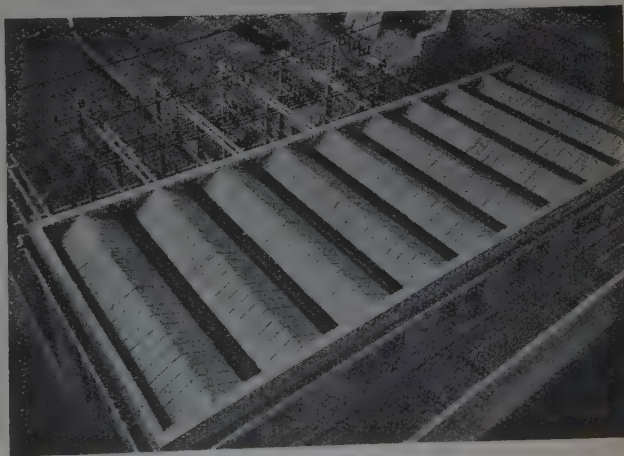


Fig. 8. — Couverture par éléments à deux versants, noues transversales et chéneaux périphériques. Usine hydro-électrique dans le Sud-Ouest.

⁽¹⁾ Le choix de l'emplacement de la couche isolante peut être influencé par le fait qu'il a intérêt à éviter la condensation dans sa masse, ce qui réagit défavorablement sur sa conductibilité thermique. Cette observation vaut surtout pour les climats froids et humides, dans le cas d'ambiance interne à pourcentage élevé de vapeur d'eau.

une couche de briques creuses. L'étanchéité était protégée au départ par de l'aluminium en poudre, qui n'a pas été renouvelé.

— En 1950, après remise en état de l'ensemble, on pouvait faire les constatations suivantes :

	EN FONCTION DE LA SURFACE couverte	
	Surface refaite	Réparation en recherche (nombre d'interventions)
Premières parties (sur béton cellulaire)	1,5 %	4,16 %
Deuxièmes parties (sur béton armé)	0,63 %	1,7 %

On peut en conclure momentanément que si les deux solutions sont possibles, la deuxième comporte moins de risques et permet d'avoir une isolation continue en sous-face lorsque les éléments porteurs sont en saillie sur la couverture.

A noter enfin, l'avantage marqué, surtout pour la première solution, des étanchéités avec écran réfléchissant, agissant sur l'amplitude des variations de température de surface.

Supports Monolithes. Leur préparation.

Les dispositions générales du document « Conditions d'Exécution du Gros Œuvre des Toitures-Terrasses en Béton Armé » peuvent s'appliquer aux couvertures inclinées, notamment en ce qui concerne la disposition des armatures et la fragmentation par joints, les chéneaux et les raccords-types.

C'est par figures que nous allons passer rapidement en revue les principales dispositions à observer :

La *nervure saillante* (fig. 9) doit normalement être habillée par l'étanchéité; autrement, le double relief indispensable nécessite des redans à larmier qui sont, sur surface courbe, difficiles à coffrer et encore plus à décoffrer, sans obtenir une sécurité comparable au premier procédé. L'étanchéité courante doit être renforcée au voisinage de l'angle, zone où se développent généralement des tensions amenant la fissuration du support.

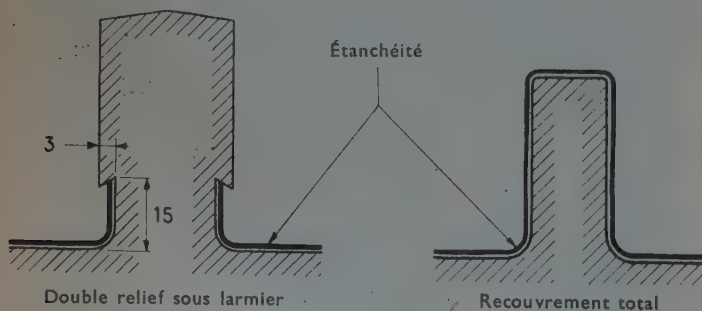


FIG. 9. — Nervures.

Le *chéneau débordant* (fig. 10) est le cas classique; nous y avons figuré le profil des nervures que l'on doit trouver de part et d'autre des *joints de dilatation*. Moins encore

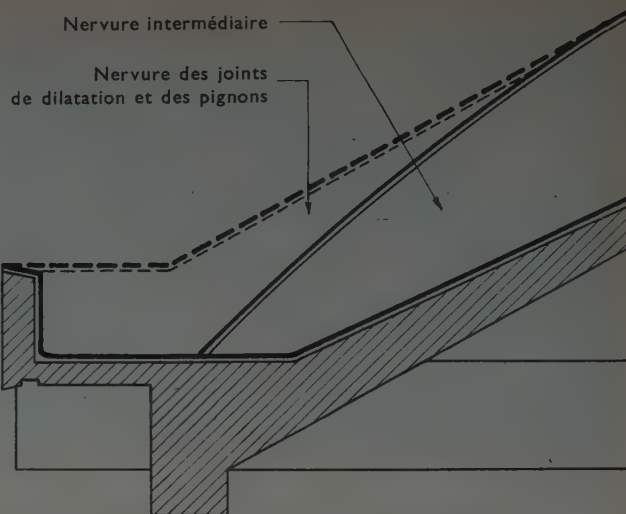


FIG. 10. — Chéneau débordant.

qu'en toiture-terrasse, le joint plat n'est conseillé, et le dispositif habituel à double murette et couvre-joint métallique est toujours le meilleur.

En pays de neige, on peut (fig. 11) adopter une disposition particulière prévenant la pénétration dans le joint de l'eau de fonte superficielle par capillarité ou siphonnage, ainsi que de la neige poudreuse chassée par le vent. La plaque bitumineuse fixée sur la murette facilite le jeu de la lame de cuivre.

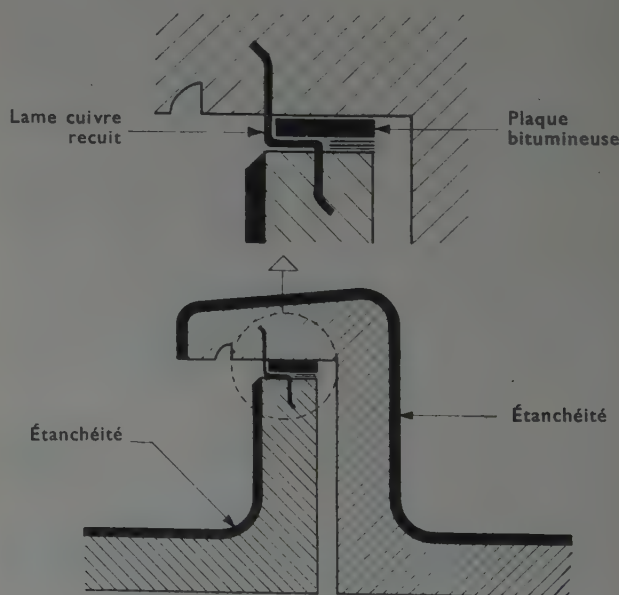


FIG. 11. — Joint de dilatation.

En climat rigoureux, il est également conseillé de prévoir des *chéneaux non débordants* (fig. 12); on évite ainsi les bouchons de neige glacée qui se forment au droit du

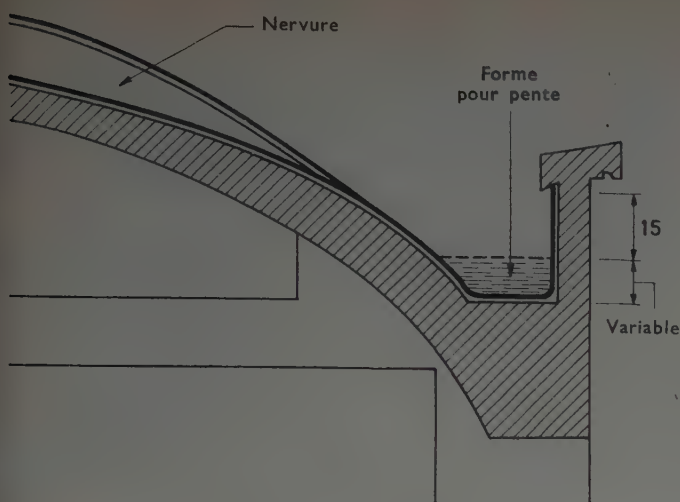


FIG. 12. — Chéneau intérieur.

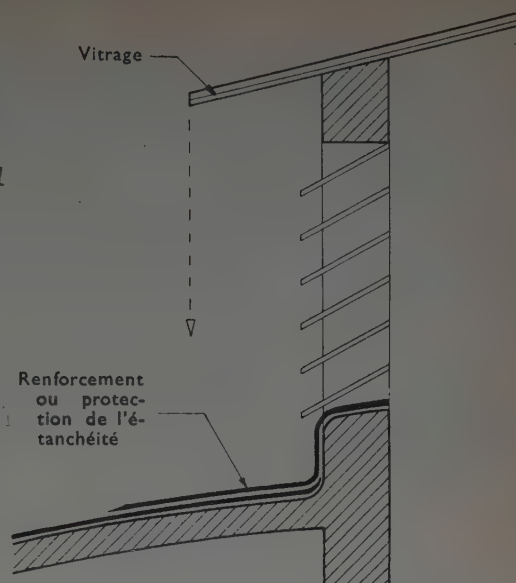


FIG. 15. — Lanterneau vitré avec aération latérale.

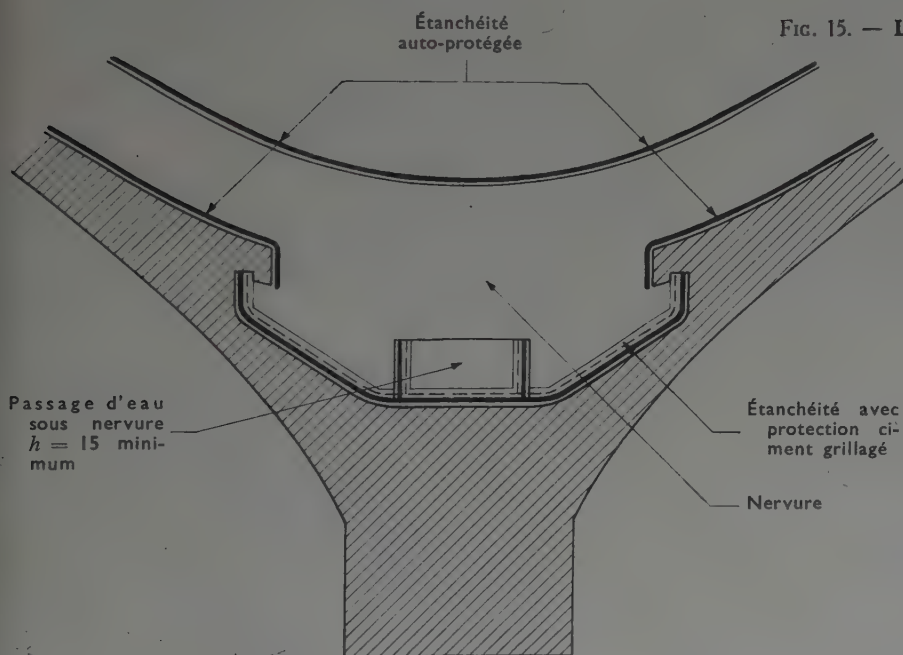


FIG. 13. — Noue entre deux voûtes.

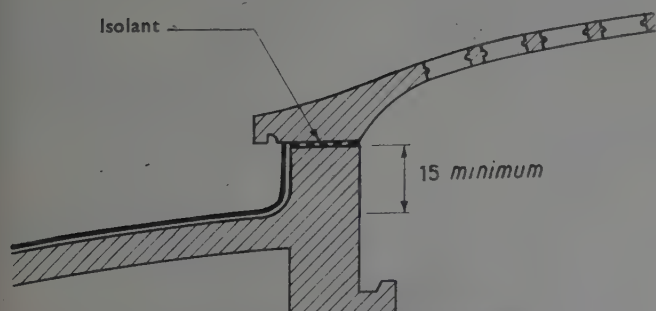


FIG. 14. — Lanterneau béton translucide.

débord vers l'extérieur et qui gênent l'écoulement des eaux de fonte.

Passons à la noue entre deux versants : la figure 13 montre une noue encaissée entre deux bandeaux à larmier, permettant de séparer d'une part l'étanchéité auto-protégée des versants et d'autre part l'étanchéité renforcée de la noue, comportant ici une protection en ciment grillagé (armature accrochée sous le redan). Nous avons enfin figuré un passage d'eau sous nervure : un simple tuyau ne suffit pas ; un passage en plomb avec double dosseret et platine permet d'obtenir un raccord avec l'étanchéité posée de part et d'autre ; c'est le dispositif à adopter, mais seulement lorsqu'il est impossible de ménager dans la nervure une barbacane rectangulaire habillée par l'étanchéité. Cette disposition est de loin la meilleure, à condition de pouvoir obtenir une section suffisante (section déterminée par les dimensions de la nervure et la disposition de l'armature).

Les panneaux translucides (fig. 14) ne doivent pas être encastrés dans le gros œuvre, ce qui provoque le bris des pavés de verre, des fissurations entre les pavés et rend le raccord d'étanchéité périphérique très précaire. Il faut surélever le panneau translucide, le poser sur des murets garnis d'un isolant et le terminer par un débord à larmier protégeant le relief d'étanchéité.

Le lanterneau vitré classique (fig. 15) doit comporter un débord non seulement sur les parties basses du vitrage, mais également sur les pignons. Lorsque le vitrage est en forte pente et de grande surface, l'eau pluviale ruisselle rapidement et tombe d'une assez grande hauteur sur le revêtement d'étanchéité ; il faut donc protéger ou renforcer la partie d'étanchéité intéressée par cette action érosive et perforante très accusée.

Les *aérations* sont nombreuses sur les toitures industrielles et nous donnons (fig. 16) la coupe-type d'une aération en béton armé, avec bandeau à larmier en tête du relief et chapeau largement débordant. Les aérations métalliques (fig. 17) se montent sur un muret en béton comportant le raccord d'étanchéité.

Le passage d'une *cheminée* (fig. 18) doit faire l'objet de dispositions particulières, tant en raison de la température du conduit métallique que des mouvements de celui-ci. Les dispositions comportent ici un muret en ciment armé avec isolant thermique contre le conduit et couvre-joint métallique raccordé au conduit.

La figure 19 donne la coupe-type d'un *shed* rectiligne ou parabolique : le nez en béton armé au-dessus du vitrage est recouvert par l'étanchéité, évitant le raccord délicat béton-vitrage suivant un même plan. Il est toujours difficile de poser l'étanchéité une fois la vitrerie posée sans risque de bris de verre en partie basse; la

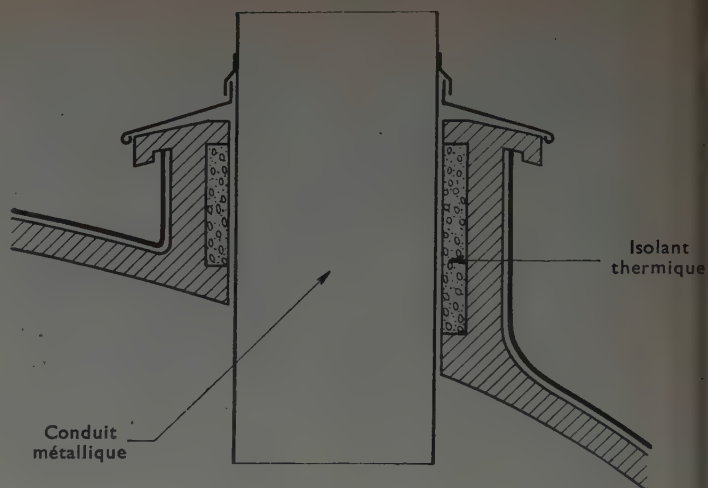


FIG. 18. — Cheminée.

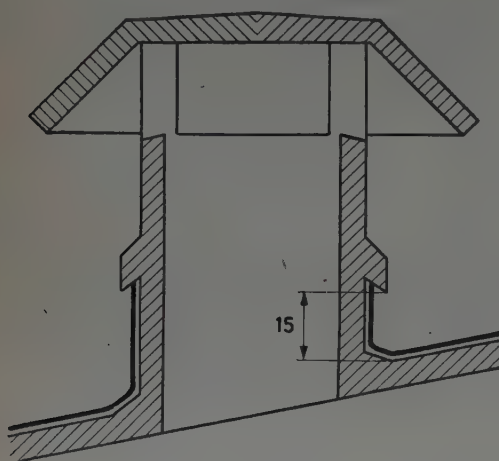


FIG. 16. — Aérateur en béton armé.

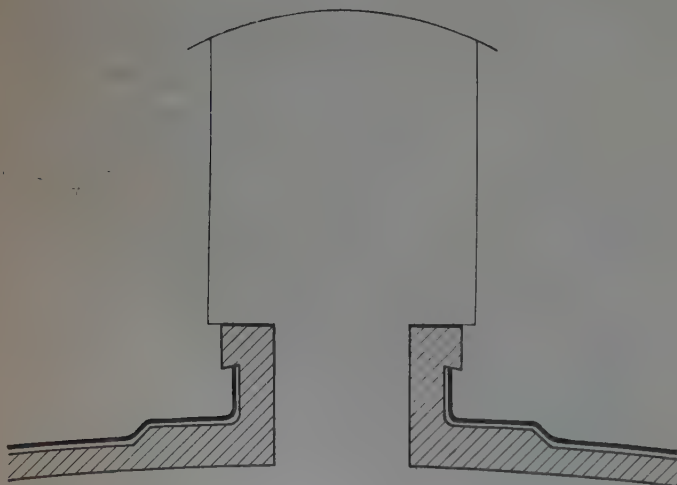


FIG. 17. — Aérateur métallique.

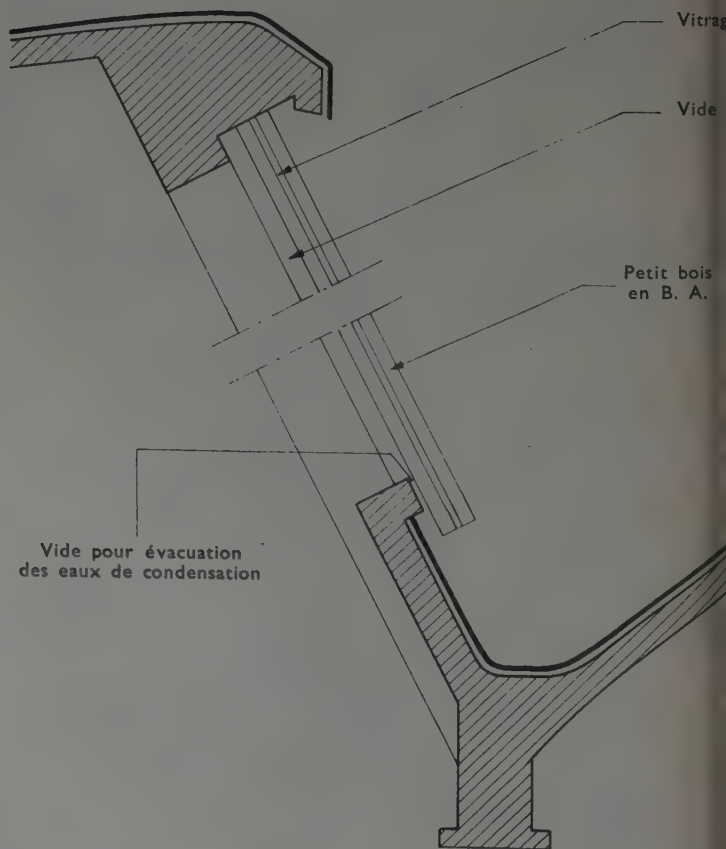


FIG. 19. — Raccord vitrage de shed.

figure 20 présente une disposition permettant d'atteindre ce but en éliminant ce risque.

Lorsque le chéneau est métallique, le raccord peut s'effectuer comme indiqué sur la figure 21; la banquette figurée sur l'isolant doit être armée et ancrée dans le gros œuvre; bien entendu, l'isolation thermique peut suivre le profil de la banquette.

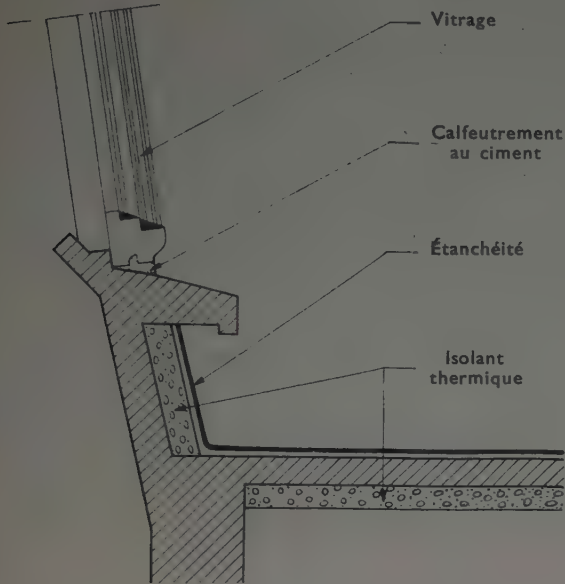


FIG. 20. — Raccord sous vitrage de shed.

Enfin, la figure 22 montre l'articulation entre deux versants de pentes très différentes.

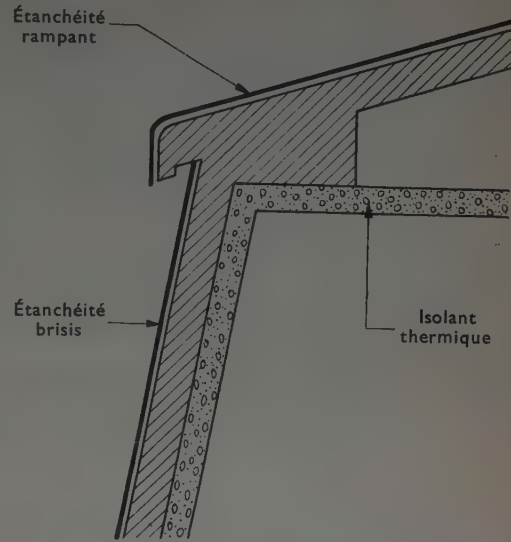


FIG. 22. — Raccord sur brisis.

L'étanchéité sur supports fractionnés.

La recherche d'une rapidité accrue dans l'exécution et de la suppression des coffrages conduit à constituer la couverture par une ossature porteuse et des dalles auto-

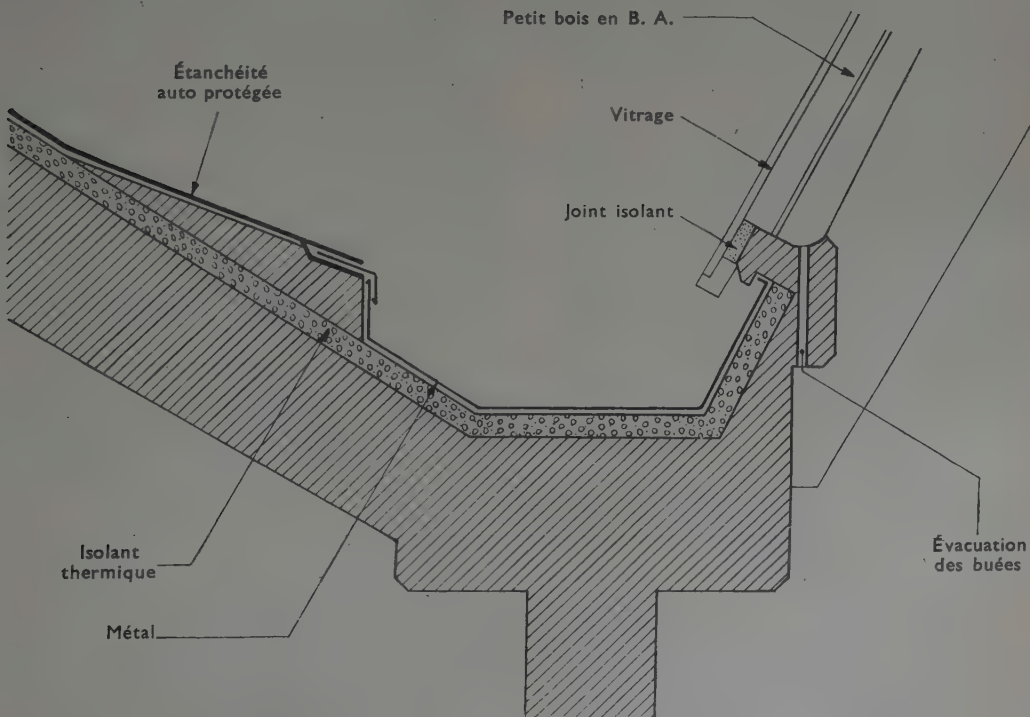


FIG. 21. — Raccord sur chéneau métallique.

portantes préfabriquées comportant associés, sinon confondus, l'élément de résistance mécanique et celui d'isolation thermique. Pour l'étancheur, les nécessités de la préfabrication lui donnent l'espoir d'obtenir ainsi des surfaces très régulières et solides pour appliquer son revêtement. Toutefois, l'expérience à ce jour ne permet pas d'espérer, sauf cas exceptionnel, qu'il soit possible d'assurer l'assemblage des éléments du gros œuvre couvrant de telle façon qu'ils soient dans un même plan, les dénivellations entre éléments voisins ne dépassant pas quelques millimètres. On est donc conduit à prévoir une chape de dressement au mortier de ciment reposant d'une part sur une ceinture et une poutraison souvent monolithes, et d'autre part sur des éléments posés, plus ou moins bien soudés entre eux par le mortier de la chape. Le jeu relatif de ces pièces peut se traduire par des fissurations difficiles à prévoir par avance; c'est ce qui est à l'origine de certains insuccès avec des couvertures de ce type dans le passé.

Les progrès accomplis, tant du côté gros œuvre que pour les complexes d'étanchéité, permettent de penser que ce type de couverture pourra se développer et que le problème de leur étanchéité sera résolu sans difficulté particulière.

Les hourdis armés en corps creux s'apparentent à ce type de support; il est à notre avis nécessaire de les recouvrir par un enduit de dressement; lorsque celui-ci est armé, il y a intérêt à la fractionner dans le sens de la pente par des joints de retrait, qui sont garnis de mortier bitumineux avant pose de l'étanchéité. Ce type de

couverture est souvent rencontré avec la charpente métallique.

Conclusion.

Nous pouvons avoir déçu ceux de nos auditeurs venus pour connaître la solution unique, optimum et économique valable pour toute couverture inclinée en béton. Notre but serait cependant atteint si nous avions pu les convaincre de la nécessité d'en assurer la parfaite étanchéité, principe fondamental de sa conversation avec le temps et du maintien sans défaillance de sa fonction : être et demeurer étanche en tous points. Cette étanchéité doit être étudiée et prévue sans lésiner; elle doit s'étendre à toutes les parties apparentes de la couverture, notamment les raidisseurs et leurs massifs d'encastrement en saillie ou en débord. Parmi les solutions possibles, il en est dont l'efficacité est affirmée par une expérience suffisamment étendue et ancienne pour ne plus être discutée et dont nous pouvons tirer une certaine fierté.

La belle brochure consacrée récemment à la gloire du Ciment armé, à l'occasion de son centenaire, ayant discrètement passé sous silence le revêtement d'étanchéité comme auxiliaire indispensable de beaucoup de ses ouvrages, nous nous devons en terminant d'évoquer les nombreuses couvertures en ciment armé lésardées par les bombardements et qui n'ont pu échapper au démolisseur que par l'établissement d'étanchéités souples à base de bitume, recouvrant sans discontinuités leurs blessures à demi-cicatrisées.

DISCUSSION

LE PRÉSIDENT. — Avant de donner la parole à tous ceux d'entre vous qui auraient des questions à poser, je m'en voudrais de ne pas remercier M. POIRSON de sa conférence si nourrie et qui nous a éclairés sur bien des difficultés. Je remercie M. POIRSON d'avoir bien voulu ce soir, malgré sa fatigue, nous tenir sous le charme pendant toute la durée de sa conférence et de nous avoir exposé d'une façon magnifique un problème d'actualité.

M. VARLAN. — Il y a quelques points particuliers sur lesquels je ne suis pas d'accord avec M. POIRSON, mais comme le conférencier nous a fait remarquer qu'il était déjà très tard, je pense qu'il est inutile d'allonger considérablement l'exposé qui vient d'être fait et je ne reprendrai que la question de la position de l'étanchéité par rapport à un isolant thermique.

Cette question est maintenant suffisamment connue. J'ai fait sur ce sujet une conférence à la Faculté de Lisbonne, en 1947, parue dans la *Revue des Ingénieurs Civils Portugais*, puis dans un article écrit dans la *Revue du Génie Militaire* en avril 1950, j'ai développé différemment mes constatations à ce sujet. M. GRBLIN a donné une étude très intéressante sur les problèmes thermiques au Congrès International de l'Asphalte, Matériau d'Étanchéité, à Bruxelles en 1948.

Il est hors de doute qu'on se place dans des conditions plus défavorables en posant une étanchéité sur un matériau à faible conductivité.

Les essais effectués à la Station Expérimentale du Froid, à ma demande, par M. CASTEL, le prouvent nettement et cela ne fait que confirmer ce qu'on trouve en traçant les fonctions d'influence de la température extérieure et ce que j'ai constaté sur place au cours de différentes expertises.

M. POIRSON. — Je me méfie un peu des formules. Évidemment, il n'y a pas de doute que l'isolation thermique élève les températures et peut augmenter l'effet du choc thermique, mais de combien ? de quelques degrés, ce n'est pas énorme. J'ai l'impression très nette que mettre l'étanchéité sur un isolant thermique est une solution moins heureuse que de la mettre directement sur le béton, mais de là à penser que cela risque d'amener des incidents graves, il faut encore le prouver. L'expérience nous

montrera dans quelques années ce qu'il faut en penser, et je ne voudrais pas en tirer de conclusions hâtives et trop absolues.

M. VARLAN. — Les fonctions d'influence ne sont pas une innovation, elles sont d'un usage courant en physique mathématique. Elles ont été appliquées par MM. NESSI et NISOLLE à l'étude de questions de chauffage intermittent. J'ai été amené à tracer ces courbes parce que j'ai vu d'abord des incidents : des étanchéités de qualité médiocre d'ailleurs, reposant d'une part sur le béton et d'autre part sur un isolant thermique. Alors que l'étanchéité sur le béton était encore bien conservée, par contre celle sur l'isolant était complètement vieillie. J'ai donc été conduit à l'étude des problèmes thermiques par la pratique mais j'ai voulu vérifier ces constatations mathématiquement et par le Laboratoire.

M. POIRSON. — Si sur le béton elle était déjà d'une qualité médiocre, vous ne pouvez pas admettre qu'elle aurait pu mieux se comporter sur l'isolant.

M. VARLAN. — On peut faire des constatations fort utiles sur des systèmes insuffisants. Je sais qu'on peut supprimer ainsi des variables de vieillissement ou en modifier l'action et l'on doit agir prudemment, mais c'est une méthode qui sert souvent. Quand j'ai fait mes premières études sur le vieillissement des bitumes dû surtout à l'effet flocculent de la lumière, en 1937, c'était sur des couches minces de quelques dixièmes de millimètre.

Quoi qu'il en soit, c'est surtout sur étanchéité de valeur moyenne qu'on peut suivre « pratiquement » les effets plus rapides du vieillissement.

M. POIRSON. — Nous sommes vous et moi d'accord pour penser que ce problème mérite qu'on le regarde encore de plus près; l'expérience parle après le Laboratoire. Il faut donc s'engager dans cette voie prudemment; c'est le sens que j'ai voulu donner à ce paragraphe de ma conférence.

LE PRÉSIDENT. — Avant de lever la séance, je me permets de remercier encore M. POIRSON, ainsi que tous ceux qui ont bien voulu s'intéresser à sa conférence.

(Reproduction interdite.)

Série : QUESTIONS GÉNÉRALES (XX).

CENTRE D'ÉTUDES SUPÉRIEURES

SOUS LA PRÉSIDENTENCE DE **M. MEUNIER,**

Président des Laboratoires du Bâtiment et des Travaux Publics.

LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE AUX ÉTATS-UNIS ET DANS LE MONDE

Par **M. R. L'HERMITE,**

Directeur des Laboratoires du Bâtiment et des Travaux Publics
Secrétaire Général de la Réunion Internationale des Laboratoires d'Essais et de Recherches
sur les Matériaux et les Constructions.

SOMMAIRE

	Pages.
Introduction.	185
L'esprit de la recherche.	185
L'organisation de la recherche.	187
Comparaisons sur la recherche.	194
Coopération internationale dans la recherche.	195

ALLOCUTION DU PRÉSIDENT

Je tiens tout d'abord à saluer les personnalités qui ont bien voulu marquer par leur présence l'intérêt qu'elles prennent non seulement à nos conférences en général, mais à celle que va prononcer M. L'HERMITE.

Je tiens aussi à souligner la présence parmi nous d'un certain nombre de délégués de nations étrangères qui, en commission depuis 48 heures, travaillent avec M. L'HERMITE à la mise au point d'un certain nombre d'études qui concernent les matériaux de construction.

La personnalité de M. L'HERMITE vous est trop connue pour que je vous le présente. Beaucoup d'entre vous se souviennent certainement du Rapport d'un premier voyage en Amérique qu'il fit à Chaillot en 1945, après une période de six années d'attente de nouveautés où notre curiosité fut excitée par la longue éclipse causée par l'occupation.

Aujourd'hui, M. L'HERMITE va vous parler tout d'abord de l'esprit de la recherche en général, de ce qu'elle est en Europe et en France en particulier; de ce qu'il a vu, entouré d'un certain nombre de ses collaborateurs ainsi que d'autres missionnaires appartenant à d'autres groupes scientifiques, en Amérique, et quels sont par conséquent les sujets de méditation qui peuvent s'imposer à notre esprit.

Il est certain que, sans entrer dans le détail des faits qui pourraient nous intéresser sur le plan technique, il sera appelé néanmoins à vous confirmer l'importance de la Recherche en Amérique comparée à la Recherche européenne et à la Recherche française.

Il ne s'attardera sûrement pas à vous dire ce qui a déjà été dit en d'autres enceintes, à savoir qu'en Amérique lorsqu'il s'agit de la construction d'habitation, c'est surtout l'intérieur qui est soigné, et que s'il s'agit de

grands ouvrages l'on s'attaque à l'ensemble de la conception et de la réalisation avec une idée d'études très poussées. Sans s'attarder à ces données générales connues, M. L'HERMITE vous parlera de ce qu'est la recherche aux États-Unis.

Il est certain qu'à travers les rapports qui nous sont déjà parvenus, la proportion des dépenses acceptées par l'industrie, je dirai même provoquées à l'initiative de l'industrie en Amérique, revêt un caractère incommensurable par rapport à nos dépenses généralement engagées en France.

Pour vous en donner un exemple, je rappellerai que l'industrie chimique consacre annuellement environ 3,5 à 3,6 % de son chiffre d'affaires à la recherche de produits nouveaux.

C'est ainsi que lorsque la Dupont de Nemours a sorti le Nylon, quelque temps après elle sortait le Tagron et je crois qu'elle matérialise ses recherches à la cadence d'un brevet par jour.

Si l'on prend l'ensemble des chiffres qui nous sont parvenus, ils se traduisent par une dépense de recherches, tant privées que générales, portant sur environ mille milliards de nos francs. Ce chiffre suffit à montrer que le problème de la recherche aux U. S. A. est examiné avec une ampleur considérable. Il est vraisemblable, que s'il en est ainsi, c'est que la recherche paie, qu'elle est considérée comme constituant une étape sur la voie du Progrès et que les Américains ne se lassent pas de développer leurs recherches vers des buts sans cesse plus ambitieux.

Mais je ne voudrais pas vous faire attendre davantage la parole que vous êtes venus écouter et je la passe immédiatement à M. L'HERMITE.

RÉSUMÉ

Dans cet exposé le conférencier définit l'esprit de la recherche technique, puis il précise dans quelles conditions doit être assurée la liaison des professionnels et des chercheurs, les premiers devant être les guides des seconds, et souligne les deux aspects de la publication (mémoires scientifiques et ouvrages de synthèse) destinée à mettre les résultats à la portée de tous les intéressés.

Parlant de l'organisation de la recherche, il note l'importance des investissements nécessités par l'appareillage et les différentes façons dont le financement est assuré soit par l'industrie privée, soit par l'État.

Il passe ensuite en revue l'organisation de la recherche dans les différents pays : direction étatique en Angleterre, en Australie, en Afrique du Sud, au Portugal; direction universitaire en Belgique, Suède, Italie, Hollande, Suisse, Danemark, Finlande; direction mixte étatique et universitaire au Canada; direction mixte de l'État et de l'industrie privée en Espagne, dans la France Métropolitaine, dans la France d'Outre-mer et aux États-Unis. Il insiste particulièrement sur la tendance et l'évolution rapide de la recherche dans ce dernier pays.

Il établit encore une comparaison sur l'importance de la recherche dans les différentes nations et termine par une note optimiste visant la coopération internationale dans la recherche.

SUMMARY

The lecturer defines the spirit of technical research, then explains under what conditions the connections between professionals and researchers should be maintained, the first being the guides of the second. He then stresses the two aspects of publication (scientific papers and works of synthesis) calculated to bring the results within the reach of all interested persons.

Speaking of research organization, he notes the large investments necessary for equipment and the different ways in which this financing is assured, whether by private industry or the State.

Then he reviews research organization in different countries : governmental direction in Great Britain, Australia, South Africa, Portugal; University direction in Belgium, Sweden, Italy, Netherlands, Switzerland, Denmark, Finland; mixed governmental and University direction in Canada; mixed governmental and private industry direction in Spain, Metropolitan France, French Union and the United States. He stresses particularly the various tendencies and the rapid evolution of research in the last country.

He presents a comparison of the amount of research done in different countries and ends on an optimistic note concerning international research cooperation.

Les thèses et la méthode d'exposition adoptées par les conférenciers et les personnes qui prennent part aux discussions peuvent parfois heurter certains points de vue habituellement admis. Mais il doit être compris que ces thèses et discussions, à l'égard desquelles l'Institut Technique ne saurait prendre parti, ne visent en rien les personnes ni le principe des Institutions.

EXPOSÉ DE M. L'HERMITE

INTRODUCTION

Le mot de Recherche Scientifique évoqué dans le titre de ce chapitre a un sens très large. Dans cette conférence, je parlerai uniquement de la Recherche appliquée au Bâtiment et aux Travaux Publics, c'est-à-dire aux matériaux de construction et aux constructions elles-mêmes à l'exclusion de l'hydraulique, des machines et de l'électricité.

Depuis 8 ans, j'ai eu la bonne fortune de voyager dans le monde, de rencontrer de nombreux ingénieurs et savants, de visiter des laboratoires et des centres de recherche. J'ai essayé de me faire une opinion sur ces institutions, de les comparer entre elles, et de les com-

parer surtout à ce qui se fait, chez nous, en France.

J'ai essayé également de me faire une idée sur les méthodes de recherche et sur l'efficacité du travail de chercheur, sur ses possibilités et ses limites et sur les services qu'elle peut rendre à la Société.

Je suis moi-même un homme de recherche et l'on peut craindre que cet exposé soit fait dans un esprit égocentrique en ce qui concerne un état. J'ai essayé de me départir de ce défaut. Je sais que je m'adresse à des hommes de métier et j'ai considéré la recherche pour son utilité et non pas en elle-même.

L'ESPRIT DE LA RECHERCHE

Faire une recherche c'est d'abord poser le problème, c'est-à-dire choisir les sujets. Le chercheur livré à lui-même sera tenté par les questions qui correspondent le mieux à ses goûts et à ses penchants. Il peut faire des merveilles dans le sens de la spéculation mais qui risquent d'être d'une efficacité aléatoire. On dira qu'il est dans les nuages. Entretenir des chercheurs de ce genre est une chose nécessaire car il faut entretenir la culture générale. C'est un vase d'expansion que l'on doit laisser à certains esprits afin de leur permettre de s'échapper des préoccupations trop matérielles. Cependant, ce type de recherche, placement à long terme et à rapport incertain, doit rester limité. La recherche technique doit, par essence, être rentable dans un court délai. Il faut donc que le chercheur soit saisi de problèmes choisis par les professionnels en vue d'une application de résultats attendus.

Ce choix n'est pas une chose simple. Le questionneur doit lui-même se transformer quelque peu en chercheur et envisager principalement les incidences économiques. La recherche coûte de l'argent, elle doit en rapporter, c'est un fait. Les questions doivent être posées d'une manière claire et précise. Rester dans les généralités c'est laisser le chercheur errer à sa fantaisie. Lancer une recherche sur la préfabrication est une erreur. Faire étudier le durcissement accéléré du béton pour permettre un démoulage et un transport après 12 heures c'est poser un problème précis.

Le choix doit donc être fait par un aréopage éclairé de professionnels se donnant la peine de réfléchir, d'étudier les questions et de leur donner un ordre d'urgence en fonction de leur importance et des besoins du moment.

Le chercheur placé devant un groupe de problèmes doit ensuite avoir les moyens de les étudier. Ces moyens sont des hommes, du matériel, des locaux. Finalement c'est de l'argent. Si la recherche est bien choisie, elle doit être rentable; y consacrer des sommes importantes est un placement, si le portefeuille de recherches est bien géré. Ce peut être même un excellent placement comme l'ont montré certaines nations dont je parlerai tout à l'heure.

Y consacrer de l'argent veut dire aussi s'y intéresser et s'en servir. Ce n'est pas faire une libéralité plus ou moins large à quelques hommes que l'on baptise savants pour la circonstance et pour le prestige, ainsi que les monarques font aux artistes et aux poètes. C'est vouloir en tirer quelque chose. C'est se créer un outil et savoir s'en servir.

Beaucoup diront que la recherche coûte cher. C'est oublier ce qu'elle rapporte et ne pas vouloir faire le calcul. Son résultat est facile à compter lorsqu'elle reste dans le vase clos d'une entreprise ou d'une usine. Lorsqu'elle passe dans le domaine public de la profession, son bénéfice est aussi réel bien que fait d'impondérables que l'on ne peut additionner.

Ne disons pas que la recherche coûte cher, disons que l'investissement peut être important si les problèmes à résoudre en valent la peine. Disons aussi que la recherche est aléatoire. Ce n'est pas un mécanisme automatique comme les appareils à sous qui prédisent l'avenir. La réussite peut être plus ou moins heureuse, ceci dépend de données inconnues au début et dépend également des moyens dont on dispose.

Le chercheur est un homme spécial. Il ne doit pas être pris au hasard. J'estime que moins d'un ingénieur sur dix est capable de faire ce métier. Il faut d'abord en avoir le penchant, fait de curiosité et d'imagination. Il faut ensuite en avoir les moyens, faits de connaissance, d'intelligence, d'esprit d'ordre et de méthode puis de patience. Les chercheurs sont des hommes sélectionnés qu'il faut donc rémunérer à leur valeur, si l'on ne veut pas qu'ils échappent vers une situation mieux payée. Le chercheur doit ensuite créer une équipe. Les temps sont révolus où un homme pouvait travailler seul. Il doit choisir ses collaborateurs, les former, les guider et les contrôler. L'équipe doit être assurée d'une continuité. Le changement du personnel placé devant un problème est généralement une catastrophe. Vouloir maintenir sans heurt une ligne de travail composée non seulement d'écrits mais de conceptions, de tours de main est à peu près impossible. On peut dire qu'une recherche arrêtée est à moitié perdue.

Le personnel de recherche ne doit donc pas être constitué, comme c'est souvent le cas, par une majorité de jeunes ingénieurs désireux d'acquérir quelques connaissances pratiques avant de passer à l'entreprise. C'est malheureusement ce que doivent faire les laboratoires qui faute de moyens espèrent, de cette manière, obtenir du personnel à bon compte.

Le chercheur, avant de commencer toute étude, doit se documenter. Il doit connaître et j'ajouterais même, dominer, la question dans son état actuel. Il veut éviter les tâtonnements et même les erreurs que ses prédécesseurs ont pu faire. Pour ceci il doit pouvoir, très rapidement, obtenir tous les documents utiles et, d'autre part, pouvoir consulter ses collègues, dans son pays et à l'étranger. Nous reviendrons tout à l'heure sur le second point à propos de la *Réunion Internationale des Laboratoires*. Parlons pour l'instant de la documentation qui est, à mon avis, l'une des bases de la recherche.

On sait que dans le monde paraissent plusieurs centaines de revues consacrées au Bâtiment et aux Travaux Publics. Plusieurs centaines d'ouvrages de librairie sont publiés annuellement. Vouloir tout lire, même dans le cadre d'une spécialité est impossible. Si même le temps était suffisant, ce serait se condamner à ne rien faire d'autre. Vouloir traiter la question par la négative absolue est un non sens aussi évident. Ceci est l'un des drames de notre époque. L'homme de science se sent de plus en plus écrasé sous l'abondance de papier et il tend à restreindre de plus en plus son domaine d'activité. Il devient le spécialiste d'une toute petite branche de la technique très étroitement stratifiée, et sans grande communication avec les voisines. Je crois qu'il faut combattre cette tendance et c'est à l'homme de recherche de s'y employer.

Le nombre de chercheurs augmente sans cesse et les publications qu'ils font sont de plus en plus nombreuses. Elles sont réparties dans des revues plus ou moins spécialisées et pour permettre de se retrouver dans cette forêt de documents, on a vu apparaître des Instituts de documentation, des bibliographies classées et même des revues purement bibliographiques. Le chercheur a donc la possibilité de laisser passer rapidement les mémoires en prenant simplement note de leur existence dans un système de classement approprié et de les retrouver le jour venu. Il peut ainsi disposer aussi rapidement que possible de la somme de documents nécessaires. Ceci nécessite une organisation spéciale à chaque Institut ou à chaque Laboratoire, prévue suivant le type d'activité qui lui correspond. Mais le mémoire spécialisé n'a d'intérêt immédiat que pour les chercheurs eux-mêmes, dans le présent et dans l'avenir. Il est le plus souvent inaccessible aux personnes non averties et puisque l'on ne peut prétendre que la recherche soit une fin en soi il faut obligatoirement prévoir une phase de passage à l'application professionnelle. Le chercheur se doit alors de mettre ses résultats à la portée des intéressés. Ceci nécessite qu'il élargisse lui-même son point de vue à la mesure de ceux qu'il veut toucher et donc, qu'il sorte de sa spécialité. Il en résulte que les publications techniques doivent se diviser en deux grands groupes : les mémoires scientifiques et les publications de synthèse et de semi-vulgarisation. Les premières à faible tirage sont des outils de travail. Les secondes plus accessibles et à plus grand tirage sont destinées à être lues facilement, par les professionnels et permettent aux spécialistes d'acquérir une connaissance suffisante des techniques latérales.

Les premières sont approximativement représentées par les *Annales de l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics*, la *Revue des Matériaux de Construction*, les comptes rendus de l'*American Concrete Institute*; les secondes sont à peu près illustrées en France

par *Bâtir*, en Angleterre par les *Digest du Building Research Station*, aux États-Unis par l'*Engineering News Record*, en Espagne par les *Informations de la Construction*.

Cette distinction entre les deux aspects de la publication devient de plus en plus tranchée et toute revue doit se ranger obligatoirement dans l'une ou l'autre espèce.

Le chercheur maintenant a terminé son étude préalable. Il a fait le point de la question et au cas où celle-ci en vaut la peine, il publie un mémoire qui devient, en quelque sorte, la préface de son travail et ce travail, il doit le commencer dans sa partie expérimentale. Il a, en premier lieu, le souci de l'appareillage. Il possède déjà un appareillage de fond qui doit être aussi complet que possible. Il est composé d'instruments et de machines destinés à effectuer les mesures classiques : mécaniques, physiques et chimiques. Ceci représente un capital important. Une machine de traction de 20 à 50 t coûte entre 5 et 10 millions de francs. Il n'est pas exagéré de dire que la dotation initiale d'un laboratoire de recherche du bâtiment doit dépasser 150 millions de francs. Ces appareils doivent être amortis rapidement bien qu'ils ne travaillent que d'une manière discontinue, car ils vieillissent vite. Les techniques évoluent, des méthodes nouvelles de mesure sont constamment découvertes et ajoutons que là comme ailleurs, existent des modèles, auxquelles il faut se soumettre.

Mais l'appareillage courant est le plus souvent insuffisant pour mener à bien une recherche. Il faut, la plupart du temps, créer des machines et des dispositifs spéciaux adaptés aux besoins particuliers du sujet à traiter. Le chercheur doit alors disposer d'un bureau d'études, d'ingénieurs de fabrication, de spécialistes de l'électronique, d'ateliers de fabrication et de montage. Et ceci coûte généralement très cher car les mises au point, les modifications sont nombreuses et ne peuvent être amorties sur une série importante puisqu'il s'agit le plus souvent d'un simple prototype ou pour le mieux de quelques exemplaires.

La recherche proprement dite est donc commencée, le travail avance pas à pas; c'est le moment des hésitations, de retour en arrière; la vérité s'ébauche, se modèle, se précise petit à petit. C'est le moment où le professionnel ne doit pas perdre le chercheur des yeux. Ce dernier est en effet un drôle d'animal. Il est curieux et imaginaire. Comme le chien du facteur il fait et refait dix fois le chemin en allant s'occuper de ce qui se passe à droite et à gauche et il faut souvent le rappeler à l'ordre pour qu'il revienne sur la route.

Le professionnel doit alors être le guide, il doit tenir le chercheur en laisse, une laisse assez longue, bien sûr, mais qui doit empêcher le chien fou de s'égarer dans les chemins qui ne mènent nulle part. Ne croyez pas que le chercheur en soit beaucoup gêné. La faim de savoir est telle qu'il n'est pas très difficile sur le choix de la nourriture. Toute recherche peut être intéressante. Il suffit d'aimer son métier, d'avoir la vocation, pour savoir la rendre telle.

Il faudra donc fréquemment, ménager de longs échanges de vue entre ceux qui font la recherche et ceux pour qui elle est faite. Il en résultera une compréhension mutuelle, une meilleure estimation de la tâche et une plus efficace exploitation des résultats.

Je crois pouvoir dire que la plupart des critiques faites à la recherche en général et aux laboratoires en particulier vise l'absence ou, tout au moins, l'insuffisance des liaisons que je viens d'évoquer. Et ce défaut n'est pas forcément imputable aux chercheurs eux-mêmes.

L'ORGANISATION DE LA RECHERCHE

Passons maintenant au nerf même de la recherche : l'Argent. D'une manière générale on peut dire qu'un Laboratoire de Recherche ne peut vivre qu'avec l'aide d'un Mécène. Cela ne veut pas dire que son activité ne soit pas fructueuse pour le Mécène : le Portugal estime que les travaux de son laboratoire national ont fait économiser à son industrie cinq fois ce qu'il a coûté. Mais cette activité ne peut, à quelques exceptions près, être rendue rentable par des méthodes commerciales ordinaires. J'excepte en effet les Instituts comme le Battelle Memorial des U. S. A. où le travail consiste uniquement en mises au point de fabrications et de brevets pour l'industrie privée.

Le Mécène peut être, soit un industriel et ceci reste dans le champ de sa propre activité, soit un groupement privé, soit un département ministériel. Un laboratoire peut avoir plusieurs Mécènes dont un principal qui assure la partie fixe de son budget.

En dehors du mécénat principal, le Laboratoire de Recherche qui n'a jamais assez d'argent pour améliorer son équipement et ses méthodes fait généralement appel à l'industrie privée ou plus exactement aux industriels pris individuellement. Il doit leur offrir ce que l'on appelle des études, c'est-à-dire des recherches appliquées à un but très précis et dont les conclusions sont certaines, prochaines et fertiles en solutions pratiques et économiques. Enfin, pour assurer ses revenus et pour amortir plus rapidement son matériel, il effectue à la chaîne des essais normalisés ou des contrôles. Ceci a également pour effet de multiplier les contacts avec les cas d'application que présente la pratique industrielle.

Le Mécène principal est très souvent propriétaire du Laboratoire et de son matériel. Il pose alors la condition bien naturelle d'orienter et de suivre les travaux. Ceci est d'ailleurs, ainsi qu'il a été dit tout à l'heure, tout au bénéfice de l'Institut de Recherche.

Lorsque le Mécène principal est une Université il est ordinairement convenu que le Laboratoire servira à l'instruction des étudiants. Les Mécènes redoutables sont ceux qui conservent pour leur usage une part importante des fonds et la consacrent à des activités d'informations, à des recherches sociologiques, économiques ou psychologiques, études louables en soi, mais qui diminuent sensiblement les crédits des laboratoires.

De toutes façons, les laboratoires, quels que soient leurs Mécènes, sont obligés de solliciter de plus en plus l'industrie privée et le vœu unanime est que celle-ci leur permette de justifier cette sollicitation.

En effet, le problème se pose : qui finance la recherche ? L'État ou l'Industrie privée ? Ceci est très variable d'un pays à l'autre. Et quand il s'agit de l'industrie privée, s'agit-il des entrepreneurs ou des fabricants de matériaux ?

Aux États-Unis, la tendance est nette, ce sont pour une grosse part, les fabricants de matériaux. Cette tendance s'étend à l'Espagne. En France ce sont surtout les entrepreneurs et les fabricants. Ailleurs, la majorité revient à l'État pour la plus grande part des crédits. La diversité de fonctionnement et d'organisation des Instituts de Recherches dans le monde rend très difficile un exposé d'ensemble.

La recherche sur les matériaux et les structures est très ancienne mais c'est la fin de la guerre qui donna leur essor aux laboratoires. On assista à une véritable éclosion qui n'alla pas d'ailleurs sans un certain désordre.

Le schéma de l'organisation de la recherche dans chaque pays s'explique assez bien par des considérations dépendant de l'organisation politique, économique et universitaire. L'Université intervient souvent comme support logique lorsque les écoles d'ingénieurs en dépendent. Elle est souvent la plus importante partie prenante d'un Centre National de Recherche Scientifique lorsque celui-ci existe.

Donc, dans les pays (Belgique, Suède, Italie, Hollande) où les Universités sont munies de facultés techniques poursuivant un enseignement de génie civil, ce furent les Universités ou les Centres Nationaux de Recherche Scientifique qui furent désignés pour gérer les laboratoires. L'exemple le plus parfait est celui de la Belgique où le Syndicat des fabricants de ciment Portland n'a pas imaginé de s'installer ailleurs que dans les locaux de l'Université. La Hollande fournit un excellent exemple de concentration universitaire entre les mains d'un Centre National : le T. N. O. Ce Centre a ouvert un grand nombre de laboratoires dans les Universités Techniques de façon à faire servir ces laboratoires à l'enseignement technique.

Dans d'autres pays, les Universités ou les Conseils de Recherche ne furent pas capables, à cause de l'insuffisance de leurs installations premières ou à cause de la forme de l'enseignement, de prendre à leur compte les laboratoires de recherches ; souvent d'ailleurs on ne le leur demanda pas parce que les départements ministériels ou les groupements privés préférèrent créer de toutes pièces et utiliser leurs propres cadres.

On peut distinguer en gros les pays à système centralisé sous l'autorité de l'État et les systèmes plus ou moins décentralisés avec autorités diverses qui peuvent être publiques ou privées. Nous allons essayer d'en faire une revue. Les chiffres indiqués en effectifs ne peuvent être qu'approchés, ils sont donnés sous toute réserve.

Angleterre.

Le système anglais repose sur l'existence d'un Conseil de Recherche rattaché au Ministère des Travaux (Department of Scientific and Industrial Research). Les deux plus grands laboratoires qu'il a créés sont, pour ce qui nous occupe : le Building Research Station, consacré au Bâtiment et le Road Research Laboratory, consacré aux Ponts et Chaussées.

Building Research Station.

Très important Centre Expérimental situé dans la banlieue de Londres. Les études sont choisies et suivies par des commissions nommées par le gouvernement. Les travaux y présentent un caractère poussé d'application pratique sur le béton, le ciment, la terre cuite, les pierres et maçonneries, les enduits et revêtements, produits

d'étanchéité, peintures, la mécanique du sol, l'éclairage, la ventilation et le chauffage. On s'y préoccupe non seulement des matériaux du bâtiment, mais des problèmes de construction, de confort de l'usager et de prévention des incidents ou accidents. C'est un modèle de laboratoire essentiellement utilitaire où les questions générales ne sont vues qu'en fonction de leurs conséquences pratiques.

Le Building Research Station utilise de 600 à 700 employés dont plus de 250 ingénieurs et architectes. Il dispose d'un centre de documentation et d'une bibliothèque de première importance. Le personnel effectivement employé à la recherche expérimentale est probablement inférieur à la moitié du chiffre précédent.

Road Research Laboratory.

Important Centre Expérimental de même forme administrative qui dispose d'un certain nombre de laboratoires volants. Les travaux y sont aussi conditionnés par les possibilités d'application pratique sur la mécanique du sol, les bétons et matériaux bitumineux de revêtement des routes, le drainage, le surfacage, le matériel d'exécution et d'exploitation, etc.

Il paraît utiliser plus de 200 personnes.

En dehors des deux organismes précédents existent la *Fire Research Organisation* (Institut du Feu), le *Forest Product Research Laboratory* (Laboratoire des Produits Forestiers), la *Fuel Research Station* (Laboratoire des Combustibles pour chauffage domestique), le *Chemical Research Laboratory* (Laboratoire de Recherches Chimiques), le *National Physical Laboratory* (Laboratoire National de Physique et son Département d'Acoustique) qui, tous gouvernementaux, consacrent une partie de leur activité aux problèmes ressortissant au bâtiment et aux travaux publics.

Parmi les laboratoires privés anglais on doit citer en premier lieu le *Cement and Concrete Association* (Institut du Ciment et du Béton) de création récente. Il effectue des recherches sur le béton et le béton armé mais non pas sur la fabrication du ciment proprement dite.

Ajoutons que de nombreuses associations possèdent de petits laboratoires dont il est difficile de chiffrer l'activité.

Au total, on peut estimer que, pour l'Angleterre la recherche occupe plus de 600 personnes dont au moins 200 ingénieurs et architectes.

Australie.

Le système australien est du même type centralisé que l'Angleterre. Il dépend d'un organisme « Commonwealth Scientific and Industrial Research », dans lequel on trouve la *Division of Building Research*. Celle-ci qui consacre 70 % de son activité à des études expérimentales sur les liants hydrauliques, le béton, les matériaux, la thermique et l'acoustique, emploie environ 100 personnes dont une quarantaine d'ingénieurs et techniciens.

Parallèlement s'est constitué le *Commonwealth Experimental Building Station* analogue au Building Research Station de Londres. Son programme est plus architectural qu'analytique, il comprend des études sur l'éclairage, la ventilation, la préfabrication, l'incendie, etc.

La *Division du Sol* du Commonwealth Scientific and Industrial Research effectue de très intéressants travaux sur la mécanique du sol. Les divisions d'Indus-

trial Chemistry et des Forest Products, complètent pour une part le tableau de la recherche qui doit compter plus de 150 personnes.

Afrique du Sud.

On trouve encore ici un système centralisé sous l'autorité du *South African Council for Scientific and Industrial Research* qui possède un *National Building Research Institute* à Pretoria. Celui-ci est constitué et travaille dans le même esprit que ses homologues en Australie et en Angleterre. Il possède environ 70 employés dont une quarantaine d'ingénieurs. Compte tenu des laboratoires accessoires, on peut estimer que l'Afrique du Sud consacre une centaine de personnes à la recherche.

Portugal.

Au Portugal, nous avons affaire à un système très simplifié et essentiellement centralisé. En dehors d'un ancien laboratoire à Porto et d'un petit laboratoire Militaire qui ne font à peu près pas de recherches, existe le grand *Laboratorio de Engenharia Civil* constitué en 1946 sous l'autorité directe du Ministère des Travaux Publics. Il est composé de trois services :

- 1° Information, documentation, normalisation, recherches sur l'habitat et les procédés de construction;
- 2° Recherches en laboratoire;
- 3° Essais et études.

Les crédits donnés par l'État pour la recherche proprement dite permettent d'occuper à peu près 50 personnes. Le Portugal estime que cet apport a rapporté cinq fois plus qu'il a coûté. Cette opinion est encourageante.

M. ROCHA qui a fait récemment une très belle conférence à l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics nous a montré que le Laboratoire de Lisbonne pouvait compter parmi les grands laboratoires du monde. J'ai eu l'occasion de le visiter à plusieurs reprises avant d'ailleurs que son installation définitive fût faite; j'ai pu constater qu'il était doté d'un outillage très moderne et d'un personnel très compétent. Sa grande spécialité réside dans les essais sur modèles, mais il étudie également les bétons, les matériaux, la thermique, la mécanique du sol, etc.

Espagne.

L'Espagne possède un grand *Laboratoire central d'essais des matériaux*, création du Ministère des Travaux Publics qui occupe une cinquantaine de personnes et quelques petits laboratoires universitaires, militaires, ferroviaires et routiers.

Mais ce pays est en voie de modifier son organisation grâce à la création récente d'un *Institut de la Construction et du Ciment*, de constitution mixte entre le gouvernement et les fabricants de matériaux, qui reçoit un pourcentage sur le prix de vente du ciment à l'usine.

Un grand laboratoire va, paraît-il, être construit dans les environs de Madrid et il est prématuré de juger quelle pourra être son activité. Pour rester modeste, je dirai que la recherche semble pouvoir occuper bientôt une centaine de personnes.

Le Laboratoire actuel d'essais des matériaux est déjà du plus grand intérêt pour les visiteurs. Il étudie tous les matériaux courants et plus spécialement les bétons pour lesquels il a réalisé d'importantes recherches. Mais sa grande spécialité réside dans les essais sur modèles et principalement dans la photoélasticité où il est l'un des grands maîtres. Ce laboratoire se distingue par son appareillage original et souvent ingénieux créé pour les besoins de la recherche. En résumé, on peut y voir beaucoup de choses que l'on ne rencontre nulle part ailleurs.

Italie.

L'organisation italienne est universitaire avec coordination de la part du *Centre National de la Recherche Scientifique*. Les laboratoires sont dispersés à l'extrême et il est difficile de se rendre compte de leur activité. A ma connaissance existent un laboratoire à l'*Ecole Polytechnique de Turin* qui fait des recherches sur le béton et la précontrainte, à l'*Ecole Polytechnique de Milan* où l'on semble être spécialisé sur les études de modèles, à Rome, à Naples et probablement d'autres que je ne connais pas. Je pense être dans l'ordre de grandeur en estimant à 40 personnes le nombre de chercheurs en Italie qui étudient expérimentalement les problèmes de Bâtiment et de Génie Civil. Bien que l'Italie possède un très intéressant Institut de Calcul Mathématique, je ne puis le faire entrer dans ce compte.

Suisse.

L'organisation suisse de recherche relève du système universitaire et s'est trouvée centralisée à Zurich et à Lausanne. Chose curieuse, la recherche ne semble pas y être organisée ni par l'Etat, ni par l'Industrie privée. Les sujets de recherche sont posés avec crédits particuliers par les départements ministériels et par les industriels. Mais les Professeurs et les Ingénieurs ont pris sur eux de consacrer une partie de leur temps à des travaux désintéressés. Il est donc difficile de faire une évaluation chiffrée, d'autant plus que l'activité risque d'être variable d'une année à l'autre.

Les laboratoires de Zurich et de Lausanne occupent plus de 300 personnes dont une soixantaine d'ingénieurs, mais il ne semble pas que l'on puisse en compter plus d'une quarantaine s'occupant de recherche.

Le Laboratoire de Zurich (L. F. E. M.) est l'un des plus anciens et des plus connus du monde entier. Bien que très à l'étroit dans ses locaux actuels, il est très bien équipé de machines suisses dont la qualité est connue. Ses travaux sont réputés pour leur rigueur scientifique. Le Laboratoire de Zurich est un spécialiste de l'essai des métaux, soudures. Il s'est illustré dans ses études sur la fatigue des matériaux. Ceci n'empêche qu'il possède une excellente section de ciments et bétons et qu'il se consacre à l'étude des matériaux, de la thermique, de l'acoustique, de la photoélasticité et avec autant de maîtrise.

Allemagne.

Les renseignements que je possède sont trop incertains pour permettre de fixer des chiffres. Je sais seulement que l'Allemagne occidentale fait actuellement un effort considérable pour donner un renouveau à la recherche appli-

quée et que ceci correspond à un effort financier très sérieux. Le nombre de personnes consacrant leur activité à la recherche dépasse certainement la centaine.

Autriche.

Dans ce pays, la recherche est entre les mains de l'Institut pour recherches et essais de matériaux de l'Université de Technologie de Vienne. Je n'ai aucun renseignement précis sur le personnel et les crédits.

Belgique.

L'organisation belge, comme la française, tient plus à l'histoire qu'à la logique. Ce qui ne l'empêche pas d'être efficace comme on peut le constater par l'abondance et l'intérêt des recherches faites en Belgique.

La recherche est faite dans quelques grands Laboratoires Universitaires dépendant de Facultés d'Ingénieurs : Liège, Gand, Bruxelles, Mons. Je connais spécialement les trois premiers où sont effectuées des recherches du plus grand intérêt. Pour Liège on peut citer comme premières spécialités la charpente métallique, et surtout la soudure, le béton, le flambage, la photoélasticité. Son équipement est très original en ce qui concerne un laboratoire d'essai des charpentes. Gand est un laboratoire spécialisé et faisant autorité sur le béton et surtout le béton précontraint. Il possède des machines d'essai de premier ordre en particulier pour la fatigue. Bruxelles est plus spécialisée en structures et charpentes. Ses travaux de photoélasticité sont connus.

Parmi les laboratoires privés, citons celui du Groupe-ment Professionnel des Fabricants de Portland Artificiel de Belgique dont le siège se trouve dans les locaux de l'Université libre de Bruxelles. Avec un matériel sans prétention et un personnel réduit, on peut dire que c'est l'un des meilleurs laboratoires de béton du monde pour la qualité des travaux qui en sont sortis. Disons encore que la Société des Habitations à Bon Marché consacre 1 % de ses investissements à des recherches et études variées mais une fraction seule en est consacrée à des travaux de laboratoire. Le Centre de recherche routier consacre également un pourcentage du montant de ses travaux à des recherches et, si nos renseignements sont bons, construit actuellement un laboratoire spécialisé.

D'après une estimation très grossière, il semble que ceci doive correspondre à 50 personnes y consacrant leur activité.

Les crédits de recherche belges sont, soulignons-le, principalement d'origine privée bien que le cadre de recherche soit presque uniquement universitaire.

Hollande.

La plus grande part de la recherche y est prise en main par le *Conseil National de la Recherche Appliquée* (T. N. O.). Néanmoins, tous les laboratoires créés par cet organisme font appel, en outre, aux ressources de l'industrie privée et du *Ratobouw*, organisme mixte, coordinateur de la recherche dans le bâtiment.

Le laboratoire principal de recherches sur les matériaux est l'Institut des Matériaux de Construction (*Bouwmaterialinstitut*) de Delft, très bien équipé pour les études de structures, modèles, bétons, matériaux.

A Delft on trouve encore plusieurs laboratoires T. N. O. plus spécialisés dans les domaines : feu, peinture, bois, métaux, corrosion, thermique, acoustique, plastiques. Il existe également un important organisme dépendant du Ministère des Travaux Publics spécialisé dans les études de sol, qui possède son propre laboratoire dans les locaux de l'Université de Delft. Ce Laboratoire de Mécanique du Sol : Institut Géotechnique de l'État, célèbre dans le monde entier, vit de subsides alloués par l'organisme qui le patronne et de crédits fournis par l'industrie privée. Il est impossible de chiffrer les crédits de recherches en Hollande mais j'estime que l'effectif est de l'ordre de 60 personnes.

Danemark.

Au Danemark, la recherche a principalement un caractère public. Les laboratoires publics sont au sein de l'Université Technique (Éclairage, Technique du Bâtiment, Chauffage et Ventilation, Mécanique des sols) et de l'Académie des Sciences Techniques (Acoustique, Mécanique des sols, peintures et vernis). On trouve encore un laboratoire d'essais de l'État et un laboratoire de chaux et briques.

Un Institut National de Recherche pour le Bâtiment a été créé en 1947 pour diriger, subventionner un certain nombre de travaux et publier les résultats. Une bonne part de ces recherches est consacrée aux matériaux, au béton, au travail par temps froid, etc.

Un autre organisme semi-public dirige la recherche, c'est l'Institut de Technologie. On peut juger qu'une quarantaine de personnes consacrent leur activité à des travaux de recherche.

Suède.

La base universitaire est constituée par l'Institut Royal de Technologie avec ses quatre divisions : Ponts et Charpentes, Construction, Technologie du bâtiment, Chauffage et Ventilation et, surtout par le grand laboratoire qu'il patronne : l'Institut Royal des Ciments et Bétons. Ce dernier, entièrement consacré à la recherche est un modèle du genre. Il poursuit l'étude des phénomènes dans leurs rebranchements les plus éloignés et il n'hésite pas à faire appel à l'atomistique pour la recherche sur le béton dans le cas particulier de l'hydratation. Il en résulte une originalité de travaux qui fait grandement apprécier cet Institut dans le monde entier où il fait figure du plus savant d'entre tous. Je citerai en passant les recherches sur l'ouvrabilité d'où sont sortis des appareils connus, sur la mesure des contraintes intérieures, sur la vibration, etc. Disons que le matériel est de premier ordre mais, et surtout, que le personnel est de grande valeur et fait honneur à son pays.

A Stockholm existe un grand laboratoire d'essais de matériaux : Le Laboratoire d'Essais de l'État, homologue de notre laboratoire du Conservatoire des Arts et Métiers. Existente encore un Institut Royal de Géotechnique qui vit de subventions de l'État et un Institut d'État pour les problèmes routiers, lequel possède un laboratoire très important d'une quarantaine de personnes. Citons aussi le Laboratoire de recherches sur le bois, le laboratoire Central des peintures et vernis.

Deux Comités existent qui se préoccupent spécialement du Bâtiment. Ce sont le Comité pour la recherche dans le Bâtiment et le Conseil Royal du Bâtiment. Ils sont dotés d'un appréciable crédit de recherche.

La Suède est donc bien dotée en laboratoires et il faut apprécier aux environs de 120 le nombre de travailleurs correspondant.

Finlande.

On trouve en Finlande un vaste laboratoire occupant 250 personnes dont 84 ingénieurs et architectes traitant de tous les problèmes appliqués à l'industrie, c'est : l'Institut Finnois pour la Recherche Technique. Parmi ce personnel 40 personnes environ consacrent leur activité au Bâtiment et aux Travaux Publics. Notons qu'une notable partie des travaux se rapporte aux constructions en bois.

France.

Le système français participe de tous les précédents et il est, tout au moins en apparence, assez confus. Signalement, en premier lieu, que la part universitaire est très faible. L'Université de Poitiers et l'École libre d'Ingénieurs de Grenoble font quelques recherches subventionnées par le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment et par le Centre d'études des Liants Hydrauliques. Le Centre National de la Recherche Scientifique rattaché au Ministère de l'Éducation Nationale effectue quelques recherches dans son laboratoire de Bellevue près de Paris (Thermique, Feu, Peinture, Plastiques) et son laboratoire de Marseille (acoustique).

Enfin le laboratoire du Conservatoire National des Arts et Métiers qui dépend du même Ministère, outre sa fonction de laboratoire d'essais poursuit des recherches qui, dans le domaine du Bâtiment et des Travaux Publics paraissent, pour l'instant, être assez limitées. Il en est de même pour quelques laboratoires provinciaux dépendant des Universités de Strasbourg, Marseille, Nancy, voués aux essais courants.

Les premiers laboratoires français furent ceux de l'École des Ponts et Chaussées (1851) et de la Ville de Paris (1869). Le Laboratoire de l'École des Ponts et Chaussées (Maintenant Laboratoire Central des Ponts et Chaussées) illustré par de grands noms comme celui de MESNAGER, est resté modeste jusqu'à 1936 où, installé dans des locaux plus vastes, il a pu élargir son champ d'action. Repris en charge par le Ministère des Travaux Publics, il est devenu un laboratoire d'essais spécialisé dans les routes et un centre de recherche de première importance. Le personnel de recherche y est compris entre 15 et 20 personnes.

Le Laboratoire de la Ville de Paris, en dehors des essais courants, effectue la délivrance de la marque de qualité normale des ciments. On n'y effectue que peu de recherches.

Les Laboratoires du Bâtiment et des Travaux Publics furent créés en 1935 par les Entrepreneurs. Avec l'Institut Technique, organisme de documentation et de diffusion, il dépend d'un comité interfédéral qui alloue les fonds de recherches. Les Laboratoires du Bâtiment et des Travaux Publics ont un siège central à Paris, 9 laboratoires de province, 5 à 10 laboratoires de chantier et 7 laboratoires outre-mer dont il sera question plus loin. Le laboratoire central de Paris comporte des départements de Mécanique du Sol, Béton et Béton armé, Matériaux, Métaux, Structures, Chimie, Peintures, Étanchéité, Matériel de chantier, où sont effectués à la fois des recherches et des essais courants de plus ou moins grande importance. L'effectif de recherches comprend, en moyenne, 60 personnes, tenant compte de la documentation propre à la recherche et de la diffusion.

L'industrie privée se manifeste encore par deux laboratoires. L'un travaille au service d'une Société de Contrôle bien connue, le *Bureau Veritas*. L'autre vient d'être fondé par un groupement de cimentiers : le Laboratoire du Centre d'Études des Liants Hydrauliques.

Le Centre d'Études des Liants Hydrauliques dont le budget est alimenté par une taxe à la tonne de ciment, subventionne également les différents laboratoires cités plus haut pour des études particulières.

Le Ministère de la Reconstruction et de l'Urbanisme a créé en 1948 un Centre de Recherche : le *Centre Scientifique et Technique du Bâtiment* chargé de financer certains travaux dans les laboratoires existants et de prendre à son compte la diffusion, la documentation, une partie de la normalisation et certaines recherches concernant l'habitat. Il a constitué pour lui-même un centre expérimental à Champs près de Paris pour réaliser certaines expériences de construction en vraie grandeur.

Citons enfin le *Laboratoire de l'Institut du Bois* qui dépend du Ministère de l'Agriculture et qui, très bien équipé, poursuit des essais sur les menuiseries, les assemblages, les charpentes, les maladies et le traitement du bois.

L'Électricité de France a constitué plusieurs laboratoires pour la recherche relative à ses propres questions parmi lesquels on peut citer ceux de Paris, Toulouse et Bourg-Saint-Maurice.

D'après ces données, le personnel utilisé à la recherche expérimentale en France peut être évalué aux environs de 200 personnes, compte tenu des questions accessoires traitées par des laboratoires privés et des laboratoires d'enseignement.

France d'Outre-Mer.

Il existe à Paris un *Laboratoire de la France d'Outre-Mer* qui effectue quelques travaux sur les matériaux et leur comportement en pays tropicaux. Mais, outre-mer existent d'importants laboratoires qui sont généralement placés sous le contrôle de l'autorité locale.

En Tunisie, le *Laboratoire des Travaux Publics de Tunisie* est essentiellement administratif. On n'y effectue que peu de recherches.

En Algérie on trouve, à Alger le *Laboratoire de la Faculté des Sciences* attaché à la Chaire de Physique Industrielle. On y a poursuivi et l'on y poursuit encore quelques travaux réduits dans leur importance mais fort intéressants, en particulier sur les ciments. On y trouve encore le *Laboratoire de la Colonisation et de l'Hydraulique* axé sur la mécanique du sol; le *Laboratoire du Bâtiment et des Travaux Publics*, annexe de celui de Paris, donc à gestion privée (lequel possède une agence à Bône qui est la gérance d'un laboratoire de l'administration des Travaux Publics). A Oran existe encore un petit laboratoire de l'Administration.

Au Maroc on trouve un seul laboratoire de recherches : le *Laboratoire Public d'essais et d'études*. Il a été constitué par les Entrepreneurs Français du Maroc, est contrôlé par l'Administration et géré par les *Laboratoires du Bâtiment et des Travaux Publics* de Paris.

Bien que l'effectif total des employés des laboratoires en Afrique du Nord dépasse 100 personnes, on peut difficilement attribuer à la recherche proprement dite plus d'une vingtaine de personnes dont la plupart pour l'Algérie et le Maroc.

En Afrique Occidentale Française, existe un labo-

ratoire Central à Dakar, le *Laboratoire du Bâtiment et des Travaux Publics d'A. O. F.* géré par les *Laboratoires du Bâtiment et des Travaux Publics* de Paris pour le compte de l'Administration. Les recherches portent sur le béton, les pouzzolanes, la mécanique du sol et d'autres problèmes locaux. Il existe quelques petits laboratoires de contrôle administratif à Abidjan, Gao, etc., mais qui font peu ou pas de recherches.

Au Cameroun on trouve un laboratoire de travaux publics à Douala géré par les *Laboratoires du Bâtiment et des Travaux Publics de Paris*; il en est de même à Brazzaville en Afrique Équatoriale Française. L'ensemble des laboratoires d'Afrique Noire présente au maximum une dizaine de chercheurs.

Au Viet Nam on trouve un laboratoire à Saïgon, le *Laboratoire Jean Arnoux* géré par les *Laboratoires du Bâtiment et des Travaux Publics de Paris*. On ne peut prétendre y faire de la recherche dans les circonstances actuelles bien qu'il occupe une dizaine de personnes.

Citons enfin le Bureau Central d'Études d'Outre-Mer qui fait effectuer différentes études aussi bien en France qu'en Afrique.

Canada.

Au Canada existe, ainsi qu'en Angleterre, le National Research Council dont dépend une Division of Building Research à Ottawa. Elle y possède un très important laboratoire actuellement en agrandissement.

On y trouve un reflet du Building Research Station de Londres dans l'esprit et les méthodes. J'ai pu y voir de très intéressants travaux sur la mécanique du sol, sur la thermique, sur l'humidité et sur l'action du froid sur les constructions.

Le *Forest Products Laboratory* est un autre laboratoire important de ce pays, dépendant directement du Gouvernement.

Les autres laboratoires importants sont universitaires, ce sont ceux de la *School of Engineering Research de Toronto*, de l'École Polytechnique de Montréal, de l'Université Mac Gill et de la Faculté des Sciences de Montréal, de l'Université Laval à Québec.

Une visite rapide de ce pays ne m'a pas permis d'évaluer sans risque d'erreur l'activité de la recherche mais je suppose que l'ordre de grandeur est certainement inférieur à 100 personnes.

États-Unis.

On pourrait vouloir faire un mot d'esprit en disant que la recherche est, avec le cinéma, la plus grande industrie américaine. C'est en tous cas le pays où l'on a le mieux compris que la recherche est un investissement de premier ordre; et les faits semblent bien prouver le bien fondé de cette opinion.

Au cours d'un voyage fait aux États-Unis avec quelques-uns de mes collaborateurs en mai dernier, deuxième voyage depuis la guerre, j'ai espéré pouvoir me faire une opinion précise de la recherche en Amérique. J'avoue être rentré avec une idée encore très confuse. C'est que la recherche se trouve partout, on butte sur elle à chaque pas et il est difficile d'en saisir le fil conducteur autant que le bilan. Certaines recherches sont très secrètes, d'autres moins secrètes, beaucoup ont de près ou de loin quelque chose à faire avec l'armée ou la marine.

La division est poussée à l'extrême et souvent, dans une même spécialité, les chercheurs s'ignorent. Ceci peut faire supposer au visiteur non averti une certaine confusion qui est en réalité beaucoup plus apparente que réelle. En fait, la recherche américaine est jeune, avant 1920 elle était encore très faible par rapport à la recherche mondiale. Depuis 30 ans elle a grandi pour dominer le monde.

La recherche en Amérique a obtenu un succès très net dans toutes les classes de la Société qui sont convaincues de son utilité. L'Américain moyen a foi dans la recherche. Pourquoi ?

— Parce que l'Américain moyen a compris que la victoire était due pour une part au développement de l'industrie conditionné par la recherche.

— Parce qu'il a le sentiment que les progrès matériels dont il bénéficie dans la vie courante sont dus à la recherche.

— Parce que l'enseignement universitaire atteint des couches de plus en plus profondes de la Société et développe la curiosité scientifique ainsi qu'en témoigne l'abondance des périodiques de vulgarisation.

— Parce que la concurrence industrielle particulièrement vive, pousse à la recherche pour l'amélioration des produits et la diminution des prix.

— Parce que la recherche peut être une source de bénéfices.

— Parce que l'Américain est fier d'être à la tête du progrès scientifique et veut y rester.

— Parce que le système fiscal américain, très libéral, favorise la recherche privée comme nous le verrons plus loin.

— Parce que les États-Unis sont riches en ressources naturelles et que cette richesse permet de supporter le prix de la recherche sans que ceci pèse trop sur la bourse de l'individu, tout en permettant au pays de s'attacher les meilleurs hommes de science du monde comme il fait de beaux contrats aux vedettes de cinéma.

Pour donner une idée de l'importance de la recherche en Amérique dans le sens général, non restreint au Bâtiment et aux Travaux Publics disons que, d'après des documents officiels on peut estimer que 140 000 ingénieurs et diplômés se trouvent affectés à la recherche en 1952. Or, il n'y a, aux États-Unis que 600 000 citoyens en âge de travailler qui soient diplômés en science ou technologie. Donc, un diplômé sur quatre se consacre à la recherche.

Ce chiffre peut paraître énorme mais se trouve vérifié par d'autres moyens. Chaque année 285 000 jeunes Américains sortent diplômés de l'Université dont 70 000 dans les arts de l'ingénieur. Or, le chiffre de 140 000 Ingénieurs travaillant à la recherche fait état de 38 000 étudiants en stage dans les laboratoires à mi-temps. Il n'est pas étonnant d'en trouver 25 % qui restent occupés à la recherche.

Si l'on suppose que 3 % des chercheurs se consacrent aux matériaux, au bâtiment et au génie civil (et ce chiffre est faible), on trouve encore 4 200 diplômés et en prenant en moyenne, un employé auxiliaire par diplômé, ceci fait 8 000 personnes, nombre dont l'ordre de grandeur peut être retrouvé par d'autres moyens.

Le terme même de recherche englobe les *recherches de base* (basic research) problèmes mathématiques, physique générale, technique de la mesure, etc., les *recherches appliquées* (applied research) faites en laboratoire et les *études de perfectionnement* (development research) faites sur le chantier et en usine.

La recherche appliquée est définie comme une étude technique ayant pour but la résolution d'un problème pratique. Ceci exclut seulement les études dont le choix résulte de la seule curiosité scientifique du chercheur. Exceptionnellement, l'initiative peut être laissée à quelques savants de haute autorité pour le choix des problèmes mais, en fait, la recherche est en général dirigée par les intéressés.

Notons que l'on est très large sur l'efficacité de la recherche et sur le choix des problèmes. Un ami américain placé dans un grand ministère où il est chargé de coordonner tout un réseau de recherches me disait que si 25 % des recherches aboutissent à un résultat utilisable il s'estime satisfait. Pour accepter une pareille chute à la production, il faut admettre qu'une réussite est hautement bénéficiaire.

Disons encore que la recherche pure reçoit environ le centième des crédits attribués à la recherche appliquée. C'est peu en valeur relative, mais le chiffre absolu reste confortable.

Évidemment la recherche fleurit le mieux dans les régions industrielles et en particulier dans le Nord-Est et le Centre-Nord (Massachusetts, Connecticut, New-York, Pennsylvanie, Ohio, Michigan, Indiana, Illinois). Cette région contient les grands centres universitaires. À l'Ouest on ne trouve, semble-t-il, d'activité que dans le Texas, la Californie et le Colorado. Cependant, le développement industriel des États du Pacifique conduit à un accroissement correspondant des activités scientifiques et l'Ouest développe ses instituts et ses laboratoires à une allure accélérée. D'autre part, la décentralisation industrielle en cours tend à éloigner du même coup les Centres de Recherche des régions surpeuplées. Le Bureau des Standards déménage progressivement vers le Colorado au pied des Montagnes Rocheuses. Il semble donc que l'on assiste à une répartition plus égale en même temps qu'à une modernisation et à un accroissement des moyens. Les crédits de recherche ont quadruplé en 10 ans et cet accroissement persiste encore, suivant un taux moins élevé certes, mais appréciable.

La recherche en Amérique peut se présenter de différentes manières suivant la nature du Mécène et le lieu d'exécution. On peut, en gros, la diviser en :

Recherche Industrielle ou privée;
Recherche Fédérale ou d'État;
Recherche des Fondations;
Recherche Universitaire.

Recherche Industrielle.

Il existe, d'après un recensement officiel, 3 300 laboratoires de recherche privés. Pour nos industries de la construction, ces laboratoires sont essentiellement ceux de fabricants de matériaux. Ils sont conçus surtout pour l'invention, le perfectionnement et la mise au point industrielle des idées, ceci étant considéré comme une source de profit. Le cycle est d'ailleurs constitué ainsi : exploitation des produits de recherche, réinvestissement dans de nouvelles recherches. C'est la règle d'or de l'industrie.

Beaucoup de laboratoires sont attachés à une seule maison principalement lorsque l'importance de celle-ci le permet. Notons les Laboratoires de l'U. S. Gypsum de l'Armstrong cork Company, de la Celotex Corporation, de la John's Manville Company. Cette dernière Société possède près de Plainfields un laboratoire usine extrêmement moderne pour l'étude de matériaux de revêtement spéciaux du bâtiment à base de plâtre, bois, matières plastiques, bitume. Le laboratoire est divisé en

départements spécialisés de la recherche appliquée qui étudient les problèmes posés; exemple : amélioration des propriétés d'isolation thermique. La recherche faite à petite échelle sur échantillons, est alors transposée à l'échelle semi-industrielle pour développement, dans une installation pilote montée spécialement dans un hall attenant. C'est seulement après cette seconde mise au point qu'elle passe à l'exécution en usine réelle. La Société en question dépense plusieurs centaines de millions par an pour la recherche. (Environ 2 millions de dollars soit 700 millions de francs, elle occupe plus de 600 personnes sur 20 000 employées; ceci représente 0,25 à 0,75 % du chiffre d'affaires.) Il existe également aux États-Unis des laboratoires d'associations professionnelles. Le plus typique est celui du *Portland Cement Association* près de Chicago, installé dans un bâtiment luxueux et fort bien équipé, il fait des études importantes sur la structure des ciments grâce aux spécialistes renommés qu'il s'est attachés. Ses études portent également sur le béton dans ses différents aspects de fabrication et de traitement. Il arrive souvent que certains industriels très modestes aient leur propre laboratoire, simple mais, semble-t-il, efficace. J'ai vu une toute petite usine de préfabrication de poutrelles en béton avoir un petit labo composé de trois personnes.

Enfin, on trouve des Instituts de recherches indépendants. Ce sont, en fait, des organismes créés dans le but de mettre à la disposition des industriels des moyens importants permettant la mise au point des inventions, l'amélioration des produits, le développement jusqu'à l'échelle industrielle. Les fonds sont directement versés à l'Institut sur justification de dépense ou même sur forfait. Certains de ces Instituts sont des Sociétés privées et commerciales comme le *Meillon Institute* et le *Battelle Memorial Institute*. Dans ce dernier, on trouve à la fois des études d'alliages métalliques, des études de peintures nouvelles, des travaux sur la céramique, sur la pompe à chaleur et sur les maisons préfabriquées.

D'autres Instituts sont d'origine universitaire comme l'*Armour Research Foundation* à Chicago. Leur gestion est autonome et ils travaillent plus particulièrement pour l'administration à des problèmes plus théoriques.

La recherche industrielle autofinancée représente environ 60 % de la recherche privée, soit une part très importante puisqu'elle a atteint en 1952 1 820 millions de dollars. L'investissement des capitaux privés dans la recherche est facilité par le système fiscal américain. Ce système taxe les bénéfices mais permet d'en déduire les frais de recherche avant calcul de la taxe. Exactement, 1/2 dollar sur chaque dollar dépensé pour la recherche irait au fisc si ce dollar n'allait pas à la recherche. Ceci veut dire que le coût réel de la recherche subit de ce fait un abattement de 50 %.

Recherche Fédérale.

Vingt-deux départements ministériels ont un budget de recherche mais dix seulement se partagent 98 % des crédits : ce sont, l'Aéronautique, l'Aviation militaire, le National Science Foundation, l'Agriculture, l'Intérieur, l'Armée, la Marine, la Federal Security Agency et l'Énergie atomique.

Le Génie Civil intéresse quatre départements : l'Armée, le Commerce, l'Intérieur et l'Agriculture.

Au département du Commerce on trouve le *Bureau of Standards*, énorme laboratoire situé à Washington qui effectue, outre tous les essais courants d'homologation et de contrôle, de très vastes recherches dans tous les domaines de l'art du constructeur. Son laboratoire de plomberie est, à lui seul, presque aussi vaste que nos

locaux de la rue Brancion. On trouve encore, dépendant du même ministère et à Washington, le *Laboratoire des Routes*, homologue de notre laboratoire des Ponts et Chaussées. C'est un organisme de recherche, d'inspection et de contrôle, responsable de la recherche routière qu'il poursuit en liaison avec les services techniques des quarante-huit États.

Au Département de l'Armée, on trouve le *Laboratoire du Corps of Engineers* c'est-à-dire le laboratoire du Génie Militaire. Il est situé en Virginie. Je n'ai pas pu le visiter faute d'autorisation spéciale mais on sait qu'il travaille surtout dans l'hydraulique, la mécanique du sol et le béton. Il a été chargé récemment de l'étude complète, de l'équipement hydro-électrique et de l'irrigation de toute une vallée fluviale.

À l'Intérieur on trouve le *Bureau of Reclamation*, sorte de service du Génie rural combiné à l'hydraulique. C'est sous son contrôle que sont faits tous les travaux de barrage des Montagnes Rocheuses. Son laboratoire est situé à Denver, dans le Colorado. Il couvre plusieurs hectares. La Section de Génie Civil possède les plus grandes machines du monde. Les essais de barrage sur modèle y ont été poussés fort loin, parallèlement aux méthodes de calcul. Son installation frigorifique pour essais de béton au gel ne serait pas déplacée dans un abattoir. La recherche de mécanique du sol se singularise par le volume important des échantillons qui y sont essayés, en particulier, dans les appareils à contrainte triaxiale. Tout ceci est fort impressionnant pour un Européen. Mais on est surpris de sentir une discontinuité du travail dont une grosse partie paraît être justifiée par l'importance variable des travaux en cours.

Le *Bureau of Reclamation* possède également un certain nombre de laboratoires de chantier, bien équipés et très actifs.

Le département de l'Agriculture entretient de nombreux laboratoires et instituts pour l'étude du bois. On sait le rôle important joué par le bois dans la construction américaine. Le plus important parmi ces laboratoires est le *Forest Product Laboratory* à Madison (Wisconsin), luxueusement équipé il étudie entre autres, le bois de construction dans son traitement, l'assemblage, le collage, les structures, etc.

Mais le gouvernement ne fait pas uniquement des recherches dans ses propres laboratoires. Environ 50 % de celles-ci sont exécutées, sous contrat, dans des laboratoires industriels et universitaires d'une manière extrêmement décentralisée. Le bureau ou l'agence fédérale rembourse les salaires et le matériel et une part des frais généraux avec un bénéfice admis de 7 à 15 %. La distribution et la surveillance des travaux sont effectuées par des organismes de coordination qui sont soit ministériels, soit plus centralisés comme le *Science Advisory Committee* qui dépend de la Présidence, l'*Académie Nationale des Sciences*, la *National Science Foundation*, l'*Interdepartmental Committee of Scientific Research*, etc.

Recherche Universitaire.

Il n'y a pas d'Universités Fédérales car celles-ci appartiennent aux États ou sont libres, et il en existe aux États-Unis plusieurs par État. La recherche y est, dans ces conditions, très dispersée. L'activité des laboratoires annexés aux chaires des professeurs est le plus souvent fonction de la notoriété de ceux-ci. Mais ils ne sont jamais de l'importance d'un laboratoire industriel, le personnel est le plus souvent composé d'un ou deux assistants et de quelques élèves. Ceci fait que la recherche universitaire représente moins de 10 % du total. Cette recherche

peut être divisée en deux catégories suivant l'origine des fonds. La *recherche libre*, laissée à l'initiative du professeur est payée par l'université sur un fond spécial et souvent modeste. La *recherche commandée* peut l'être par les organismes officiels ou par les industriels. Dans ce cas le contrat peut être passé directement avec le professeur, à titre privé, qui gère les fonds sous sa responsabilité ou, le plus souvent, par l'université qui gère les investissements et les engagements de personnel. Ceci amène progressivement à un type d'organisation qui est la Fondation de Recherche, issue de l'Université, y restant attachée avec, cependant, une certaine autonomie. Les directeurs de recherche restent alors les professeurs de l'université. C'est le cas de la Division de Coopération Industrielle de *Massachusetts Institute of Technology* et de l'*Armour research Foundation* de l'*Illinois Institute of Technology*.

Enfin, existe un autre type d'organisme de recherche universitaire. Il n'est pas issu de l'Université mais bâti près d'un collège par un groupe d'industriels pour faciliter les contacts avec l'Université et le recrutement tout en laissant à celle-ci son rôle exclusif d'enseignement.

Comparaisons sur la recherche.

La revue qui vient d'être faite est loin d'être complète. J'ai volontairement laissé de côté un grand nombre de pays par manque de renseignements précis. Il en est ainsi de l'Amérique Centrale et de l'Amérique du Sud, de l'Europe Centrale, de l'Asie. Je pense que, malgré tout, il est possible de faire une intéressante comparaison. A cette fin, il m'a paru difficile et imprudent de faire porter la comparaison sur des crédits mais plutôt d'essayer de la rapporter aux effectifs. Ces effectifs comprennent, je le rappelle, les chercheurs et leurs auxiliaires de travail, ouvriers et bureaucrates, mais ne portent que sur la recherche de laboratoire à l'exclusion

des recherches mathématiques, économiques, architecturales, artistiques, sociales, etc.

Les effectifs de recherche indiqués dans les pays qui précèdent sont, évidemment, très approximatifs. Il ne faut pas chercher autre chose qu'un ordre de grandeur. Mais celui-ci va nous permettre une comparaison intéressante. J'ai pensé que le rapport entre le nombre de personnes consacrant leur activité à la recherche et le nombre de millions d'habitants d'un pays pouvait être assez significatif étant donné que l'activité des professions de la construction devrait, en principe, être proportionnelle à la population. Le tableau ci-après indique le classement établi de cette manière. Il comprend en annexe l'indication du support principal de la recherche. C'est l'État (E) lorsque celui-ci intervient pour plus de 60 % des crédits. C'est le secteur privé (P) lorsque celui-ci intervient dans plus de 60 % des crédits. On trouve encore indiquée l'organisation de la recherche à majorité universitaire (U) ou à majorité d'instituts spécialisés (I) doués d'une autonomie budgétaire.

L'examen de ce tableau nous montre qu'en Europe, le coefficient de recherche, nombre de chercheurs par million d'habitants est voisin de 6. La Suède et l'Angleterre viennent en tête suivies des pays du Nord comme la Finlande et le Danemark. La France possède un coefficient inférieur à la moyenne qui, si l'on englobe l'Afrique du Nord, pour laquelle de nombreuses recherches sont faites en France, tombe à 3,5 soit l'avant-dernier de la liste.

En dehors de l'Europe, l'Australie, l'Afrique du Sud et le Canada se tiennent largement au-dessus de la moyenne européenne avec un coefficient moyen d'environ 10, voisin de celui de l'Angleterre.

Les États-Unis emploient quatre fois plus de chercheurs que l'Europe Occidentale avec deux fois moins d'habitants soit un coefficient de recherche huit fois plus grand. Cette comparaison est assez éloquente pour se

TABEAU COMPARATIF DE LA RECHERCHE ENTRE DIFFÉRENTS PAYS

	EFFECTIF de la recherche	POPULATION en millions	NOMBRE de chercheurs par million d'habitants	SUPPORT de la recherche	ORGANISATION de la recherche
Suède.....	120	7	17	E	I
Angleterre.....	600	50	12	E	I
Finlande.....	40	4	10	E	I
Danemark.....	40	4,5	9	E	I
Suisse.....	40	5	8	E	I
Portugal.....	50	8,5	6	E	I
Hollande.....	60	10	6	E	U
Belgique.....	50	9	5,5	P	U
France.....	200	42	4,8	P	I
Espagne.....	100	28	3,6	E	I
Italie.....	40	46	0,9	E	U
Europe occidentale y compris Allemagne, Autriche et Yougoslavie...	2 000	300	6,5	E	I
Afrique du Nord.....	20	21	1	E	I
Afrique du Sud.....	100	12	8	E	I
Canada.....	100	15	6,5	E	I
Australie.....	150	8	18	E	I
U. S. A.	8 000	150	53	P	I

E : État
P : Privée

U : Universitaire
I : Instituts spécialisés

passer de commentaire. Si l'on compare ceci à la France plus l'Afrique du Nord on voit que les États-Unis font un effort de recherche qui est quinze fois le nôtre. Là où nous mettons un chercheur, ils en mettent quinze.

Le support de la recherche est en majorité l'État; la Belgique, les U. S. A. et la France sont les seuls à avoir une majorité privée. Mais la différence sur laquelle porte cette comparaison n'est pas forcément très grande. On voit, en effet, le secteur privé s'intéresser de plus en plus à la recherche devant l'insuffisance des crédits de l'État. Ceci est généralement fait sous forme de taxe volontaire à la production et il est vraisemblable que dans quelques années on se trouvera devant un renversement complet de la tendance. Ceci est d'ailleurs favorisé par la création d'instituts qui se séparent de plus en plus de l'Université, acquièrent une autonomie financière leur permettant de recevoir des subsides. Il paraît probable que la formule P, I, celle des États-Unis, les plus avancés dans l'utilisation de la recherche, va se généraliser.

Mais revenons au cas de la France. La situation, comme on a pu le voir, est loin d'être brillante en ce qui concerne la recherche de Génie Civil. A quoi ceci tient-il ?

C'est d'abord que les pouvoirs publics sont loin de l'encourager. Ils y voient un luxe inutile. Ils confondent la recherche avec une activité commerciale et voient dans les instituts de recherche une matière impossible, ne voulant pas comprendre qu'ils tuent de cette façon la poule aux œufs d'or. Nous sommes loin du libéralisme américain où l'on encourage justement l'investissement des bénéfices dans la recherche créatrice de richesses pour le Pays.

C'est ensuite que l'on ne s'intéresse pas à la recherche. Le Français moyen et je dirai même l'entrepreneur moyen, n'en saisit pas l'utilité. Je crains même que certains considèrent les laboratoires comme des gêneurs, comme composés de gens voulant se rendre intéressants en faisant étalage d'une science superflue exprimée dans un langage ésotérique. Ils admettent qu'il faut avoir des laboratoires « pour faire comme tout le monde », mais, ils voudraient que ces laboratoires ne fassent pas trop parler d'eux et ne leur créent pas d'engagements trop élevés.

Telle n'a pourtant pas été l'opinion des métallurgistes français qui viennent d'investir près d'un milliard dans un nouveau centre de recherches et qui comptent l'alimenter sérieusement. Telle ne semble pas être non plus l'idée des Américains. C'est peut-être que nous, chercheurs du Bâtiment et des Travaux Publics, n'avons pas su nous faire comprendre. Nous avons travaillé peut-être un peu trop dans l'absolu, nous n'avons pas assez diffusé, vulgarisé nos résultats. Mais pour nous faire comprendre, il faut un public qui nous écoute avec bienveillance, il faut que nous ayons des contacts avec les hommes de métier. Ces contacts nous les souhaitons, nous les implorons même. C'est sous cette condition que l'on comprendra notre utilité et que nous ferons de la Recherche Française l'outil créateur de richesses qu'il doit être. Certes, si je parle uniquement des besoins du bâtiment et des travaux publics, je dois dire que les commissions techniques de professionnels, créées il y a quelques années, nous aident sincèrement dans notre tâche. Ceci me donne d'autant plus raison d'espérer.

Coopération internationale dans la recherche.

La recherche ne peut être exclusivement nationale. Beaucoup de problèmes sont communs et les idées passent très vite les frontières.

Souvent, des laboratoires ayant attaqué, en même temps, les mêmes questions dans l'ignorance où ils étaient de leurs activités, sont tombés dans les mêmes ornières et sont arrivés aux mêmes conclusions. Il en est résulté une perte de temps, et d'argent qui aurait pu être évitée par des contacts et des échanges d'informations.

C'est pour répondre à ce souci, sur le plan des laboratoires de génie civil, que quelques directeurs de laboratoires appartenant à différentes nations se sont réunis à Paris en 1947. Ce furent M. Roš de Zurich, M. CAMPUS de Liège, M. TORROJA de Madrid, M. COLONNETTI de Rome, etc., quinze nations d'Europe et d'Amérique étaient représentées.

Cette première réunion donna naissance à une organisation internationale qui fut appelée *Réunion des Laboratoires d'Essais et de Recherche sur les Matériaux et les Constructions* (R. I. L. E. M.). La principale préoccupation était l'économie par la mise en commun des connaissances, grâce à des enquêtes, des échanges de travailleurs et des réunions périodiques. La seconde était l'unification du langage scientifique par l'étude de méthodes d'essais internationales.

Après bientôt six ans d'existence, les fondateurs de la Réunion peuvent s'estimer satisfaits. Autour d'un délégué nommé dans chaque pays dans ce but, se sont réunis de nombreux laboratoires et personnalités. Le nombre des nations présentes à la Réunion est maintenant 27. Des Comités ont eu lieu chaque année, après Paris, à Naples, Zurich, Liège, Madrid, La Haye. Au cours de ces rencontres, des visites de laboratoires, des rencontres de spécialistes ont été du plus grand intérêt. Ces rencontres ne furent pas des Congrès mais des discussions sur des sujets d'actualité, mis à l'ordre du jour à la demande de certains membres. Des Commissions auxquelles participent les personnes intéressées sont nommées pour, grâce à des réunions plus fréquentes, établir des synthèses et des projets de méthodes d'essais. Je citerai que nous venons de terminer la mise au point d'un projet de méthode d'essai international des ciments, que nous travaillons à une série de méthodes d'essais internationales pour le béton, la conductibilité thermique des matériaux, les aciers à béton armé, que nous cherchons à unifier les notions de limite élastique, de fluage, de relaxation, de fatigue, etc.

La Réunion possède un secrétariat permanent à Paris, au Siège du *Laboratoire du Bâtiment et des Travaux Publics* et l'on a bien voulu m'en confier la direction au titre de Secrétaire général et Délégué français. Le rôle du Secrétariat est de maintenir les contacts entre les membres pour la distribution de questionnaires pour enquêtes, de diffusion des procès-verbaux et de la documentation. Le Secrétariat édite un bulletin en français et un autre en anglais dans lequel ont été publiés de nombreux mémoires originaux. Le Secrétariat a été chargé par l'UNESCO de préparer un dictionnaire en plusieurs langues sur la résistance et les essais des matériaux et un rapport sur la recherche dans le monde dont vous avez trouvé ici quelques extraits. M. LAISNÉ, Ingénieur E. C. P., mon assistant qui assure la direction effective du secrétariat doit être chaleureusement remercié ici pour son inlassable activité.

Actuellement, se réunissent à Paris quatre Commissions du RILEM, la Commission thermique présidée par M. ROCHA de Lisbonne, la Commission des aciers à béton armé présidée par M. WASTLUND de Stockholm, la Commission de déformation des solides présidée par M. CAMPUS de Liège et celle du béton dont j'ai été chargé. C'est à cette occasion que nous avons la chance de pouvoir

rencontrer ici ce soir plusieurs personnalités internationales. Elles ont bien voulu me faire l'amitié d'assister à cette conférence et je les en remercie.

Vous voyez que dans tous les pays, les hommes de recherche ont pris leur travail à cœur. Ils se sont préoccupés eux-mêmes, officieusement, sans tapage, de rendre leurs travaux plus efficaces, plus utiles. Je pense vous

montrer là un exemple encourageant pour notre monde d'après-guerre.

Je tiens donc, au nom de mes collègues français, à remercier les personnalités étrangères ici présentes de nous apporter par leur collaboration un gage de confiance envers la recherche scientifique de notre pays et son développement dans le futur.

CONCLUSION DU PRÉSIDENT

Vos applaudissements soulignent l'intérêt que vous avez pris à l'audition de la conférence très substantielle de M. L'HERMITE. Il a mis en évidence le développement considérable de la recherche aux États-Unis et démontré la modestie apparente de l'effort français.

Il est bien certain que dans la Recherche en général, la France a manqué des moyens nécessaires du fait des difficultés et des charges créées par deux guerres successives et plus particulièrement, en ce qui concerne la construction, en raison de la loi sur les loyers trop longtemps bloqués à un niveau extrêmement bas.

Par ailleurs, il ne faudrait pas croire, et M. L'HERMITE a bien voulu le souligner à la fin de sa conférence, que l'effort privé qu'il a rencontré aux États-Unis ne s'est pas manifesté avec une certaine persévérance et des moyens croissants en ce qui concerne la Recherche en France. Si l'on se remémore que nos seuls Laboratoires du Bâtiment, pris entre autres comme exemple, remontent simplement à 20 ans, et qu'il y a eu un interrègne

d'environ 5 ans pendant lequel nous n'avons pas pu beaucoup penser à un effort de construction, il est certain que les efforts d'avant-guerre comme ceux qui se sont manifestés depuis, constituent une contribution appréciable à la recherche et que les résultats acquis marquent, à notre sens, un jalon important sur le chemin du progrès.

Nous souhaitons, puisque M. L'HERMITE a mis l'accent sur la différence du soutien que le chercheur américain obtient de la part des Pouvoirs Publics par rapport au chercheur français, que le plus tôt possible, l'économie de notre pays, comme les réformes qui s'amorcent, permettent effectivement que la recherche soit encouragée grâce à la prise en considération, sur le plan fiscal, des dépenses consenties à la recherche.

Je ne voudrais pas prolonger l'attention que chacun de vous a portée à l'audition de l'exposé de M. L'HERMITE mais si quelques-uns d'entre vous désiraient lui poser quelques questions supplémentaires, je suis sûr qu'il se tiendrait à votre disposition.

(Reproduction interdite.)

DOCUMENTATION
TECHNIQUE

LXII

RÉUNIE EN NOVEMBRE 1952

SERVICE DE DOCUMENTATION

L'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics peut en général fournir la reproduction *in extenso* des documents figurant à l'index analytique de documentation : sur microfilms négatifs de 35 mm qui peuvent être lus en utilisant soit un agrandisseur photographique courant, soit un lecteur de microfilms ou sur papiers positifs pour lecture directe.

Les demandes de documents doivent comporter le numéro d'ordre placé en tête de l'analyse, le titre du document et le nom de l'auteur.

Prix des reproductions photographiques :

Microfilms : la bande de 5 images (port en sus).....	100 F
Positifs sur papier : la page (port en sus) :	
Format 9 × 12.....	70 F
Format 18 × 24.....	110 F
13 × 18.....	90 F
21 × 27.....	150 F
Minimum de perception.....	250 F

Ces prix sont susceptibles de variation.

Pour tous renseignements, s'adresser à l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics,
28, boulevard Raspail, Paris-VII^e.

I. — INDEX ANALYTIQUE DE DOCUMENTATION

Les références de chaque article sont données dans l'ordre suivant : Numéro d'ordre, titre de l'article, nom de l'auteur, nom de la revue, date, numéro du fascicule, nombre de pages, nombre de planches.

B. — ARCHITECTURE ET URBANISME

1-62. L'habitat au Cameroun (Publ. Off. Rech. sci. Outre-Mer). Édit. Un. fr., Paris (1952), 1 vol., 151 p., nombr. fig., 18 réf. bibl. — Voir analyse détaillée B-753 au chap. III « Bibliographie ». — E. 22533.
CDU 711 : 728.3 : 690.37 (02).

2-62. Études européennes sur le coût de construction. I. Évolution technique et réduction du prix de revient dans la construction des logements. TRIEBEL (W.); *Cah. C. S. T. B.*, Fr., n° 16 (Cah. 154), 17 p., 31 fig. (résumé anglais). E. 22980.
CDU 711 : 690.031.

3-62. Nouveaux procédés pour le planning des transports urbains d'après l'exemple du pont de Düsseldorf sur le Rhin (Neue Verfahren für städtische Verkehrsplanungen, gezeigt am Beispiel der Düsseldorfer Rheinbrückenfrage).

FEUCHTINGER (M. E.); *Bautechnik*, All. (nov. 1952), n° 11, p. 301-311, 20 fig., 6 réf. bibl. — E. 22776.
CDU 711.4.

4-62. Plans de maisons 1953 : études provisoires du Ministère du Logement (House plans 1953 : Ministry of Housing's provisional designs). *Builder*, G.-B. (7 nov. 1952), vol. 183, n° 5725, p. 655-656, 20 fig. — Les plans exposés à l'Exposition des Travaux Publics de l'Olympia ont été établis par le Ministère du Logement dans le but d'indiquer quelles sont les économies qui peuvent être réalisées dans la construction de maisons à façade étroite, avec rez-de-chaussée et un étage. L'exposition comporte également des maquettes. E. 22750.
CDU 720 : 728 : 690.031.

5-62. Planification régionale de Baden (Re-

gionalplanung Baden). MARTI (H.), WEBER (W.); *Plan*, Suisse (sep.-oct. 1952), n° 5, p. 129-140, 12 fig. E. 22610.
CDU 711.

6-62. La modulation des constructions (Modulação das construções). GARCIA (A. V.); *Lab. Engra civ* (Minist. Obras publ.), Portug. (1952), Publ. n° 24, 21 p., 18 fig., 16 réf. bibl. (résumé français) (tiré de : « *Gaz. Normal*. » 1951, n° 11-12). — Utilité d'établir des modules pour restreindre les pertes de matériaux et augmenter le rendement du travail. L'objet de la modulation est le choix des dimensions des éléments de construction et des dimensions des bâtiments pour faciliter, sans pertes, l'intégration des uns dans les autres. Opportunité de proposer ces notions encore insuffisamment répandues. E. 20235.
CDU 720.01 : 691.8.

Conformément aux recommandations faites par le Conseil International de Documentation du Bâtiment (C. I. D. B.), les analyses présentées dans la *Documentation Technique* comportent leur indexation suivant les notations de la Classification Décimale Universelle (CDU). Les analyses sont publiées dans la *Documentation Technique* dans l'ordre des rubriques de la classification, du système CORDONNIER, mise au point il y a quelques années pour le rangement du fichier de documentation de l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics.

C. — SCIENCES DE L'INGÉNIEUR

Ca RÉSISTANCE
DES MATÉRIAUX

7-62. Notions sur la stabilité de l'équilibre élastique (Nozioni sulla stabilità dell'equilibrio elastico). BELLUZZI (O.); Ed.: Nicola Zanichelli, Bologne, Ital. (1951), 1 vol., VIII + 114 p., 68 fig., nombr. réf. bibl. — Voir analyse détaillée B-765 au chap. III « Bibliographie ». — E. 19386. CDU 539.37:518.5 (02).

8-62. Résistance des enveloppes cylindriques soumises à des pressions uniformes de l'extérieur (La resistenza degli involucri cilindrici premuti dall'esterno). CODEGONE (C.); *Atti Rass. tec.*, Ital. (oct. 1952), n° 10, p. 313-314, 2 fig.; 7 réf. bibl. E. 23020.

CDU 621.434 : 539.37.

9-62. Méthode exacte pour le calcul des efforts exercés par le vent sur les charpentes à étages multiples (An exact method for the calculation of wind stresses in multistorey frames). O'CONNELL (W. J. L.); *Bull. Instn civ. Engrs Ireland*, Ireland (mars 1952), Transact. vol. 78, n° 4, p. 161-169, 3 fig., 8 fig. h. t. — Généralisation de la méthode de répartition des moments établis par Cross. Application de cette méthode au calcul des efforts exercés par le vent sur une charpente à étages multiples. Degré de précision obtenu par l'application de ce procédé. E. 22743.

CDU 693.9 : 533.6 : 518.5.

10-62. Fonctions orthogonales dans la résolution des problèmes de la théorie de l'élasticité. I. Généralités et torsion (Funções ortogonais na resolução de problemas da teoria da elasticidade. I. Generalidades e torção). VAN LANGENDONCK (T.); Ed.: Ass. brasil. Cimento Portland, Sao Paulo, Brésil (1952), 1 vol., VIII + 69 p., 45 fig., réf. bibl. (préface en anglais). — Voir analyse détaillée B-760 au chap. III « Bibliographie ». — E. 21162.

CDU 539.3 : 518.5 (03).

11-62. La théorie des ellipses d'élasticité et l'électrologie (Teoria della ellisse di elasticità ed elettrologia). PUGNO (G. M.); *Atti Rass. tec.*, Ital. (déc. 1951), n° 12, p. 352-356, 7 fig. — Analogie entre les phénomènes électriques et les phénomènes élastiques, parallélisme entre les lois fondamentales de l'électrologie et celles de la théorie des ellipses d'élasticité. E. 19654.

CDU 539.3.

12-62. Instabilité dynamique à la torsion sous l'influence de charges pulsatoires (Instabilità dinamica a torsione per effetto di carichi pulsanti). GIANGRECO (E.); *G. Genio civ.*, Ital. (jan. 1952), n° 1, p. 38-43, 6 fig., 4 réf. bibl. — Étude du problème de la stabilité dans un système de charges transversales pulsatoires à régime périodique. Méthode de Lipschitz-Meissner et critérium de Liapounoff. Application à un cas concret. E. 19474.

CDU 539.3.

13-62. Sur la théorie de la déformation permanente et de la rupture. II. MAILLET (Ch.); *Travaux*, Fr. (nov. 1952), n° 217, p. 532-538, 15 fig., 19 réf. bibl. — Examen des théories de la déformation permanente. Surfaces de franchissement. Diverses formules proposées pour la loi de franchissement d'équilibre par GUEST, BELTRAMI, HUBER, VON MISES, SANDEL; critique générale des formules. E. 22532.

CDU 539.424.

Cac n Procédés de calcul.

14-62. Remarques sur la solution donnée par Navier au problème des plaques minces rectangulaires. DOUCET (E.); *Génie civ.*, Fr. (1^{er} nov. 1952), t. 129, n° 21, p. 409-411. — Précautions à prendre pour appliquer la méthode

de Navier au calcul des plaques rectangulaires. Rappel et avantages de cette solution. Convergence et dérivabilité des diverses séries et conclusions. E. 22664. CDU 691.413 : 518.5.

15-62. Calcul des portiques à étages soumis à des charges horizontales et simplification des formules. TORR (L.); *Tech. Trav.*, Fr. (nov.-déc. 1952), n° 11-12, p. 377-384, 8 fig. — Établissement de formules pratiques et simples pour des cadres symétriques à deux, trois et quatre étages articulés ou encastres, soumis soit aux charges horizontales, soit au déplacement des nœuds. Emploi des équations d'équilibre des panneaux, des équations d'équilibre des nœuds et de l'équation qui exprime que la somme des variations d'angle voisin est nulle. Valeurs des moments sous la forme de quotient de deux déterminants dont on exploite les valeurs pour les portiques à deux, trois et quatre étages articulés ou encastres. Simplifications des formules par l'introduction des notations qui représentent des termes qui se retrouvent dans plusieurs formules. Exemples numériques. E. 22762. CDU 693.9 : 518.5.

16-62. Calcul de la flexion avec compression axiale (Planmäßige Bemessung für Biegung mit Axialdruck). MÜLLER-MAIN (O.); *Beton-Stahlbetonbau*, All. (nov. 1952), n° 11, p. 258-259, 2 fig., 1 réf. bibl. E. 22861.

CDU 539.37 : 518.5.

17-62. Poutres et arcs de profils circulaires avec charges uniformes (Vigas y arcos de contornos circulares con cargas uniformes). CODED ECHERRIA (F.); *Inst. tec. Constr. Cimento* (Cons. sup. Investig. ci.), Esp. (jan. 1951), n° 107, 109 p., 39 fig. (résumés français et anglais h. t.). — Solutions exactes par la théorie de l'élasticité. Solution de deux problèmes d'élasticité bidimensionnelle par le théorème de Michell et la fonction d'Airy. Applications pratiques. Poutre dite « en ventre de poisson », cylindre, pièce en huit, poutre lenticulaire symétrique avec charge axiale, tunnel circulaire et problème de Kirsch, massif semi-indéfini avec trou circulaire; arc à deux articulations. E. 19460.

CDU 690.237.22 : 690.236 : 518.5.

18-62. Applications de la méthode numérique : L'instabilité de la membrure supérieure d'un pont métallique à travée réticulaire ouverte (Applicazioni del metodo numerico : L'instabilità del corrente superiore di ponte metallico a travata reticolare aperta). STAGNI (E.); *G. Genio civ.*, Ital. (fév. 1952), n° 2, p. 97-111, 7 fig., 10 réf. bibl. — En raison de l'impossibilité d'appliquer la méthode des approximations successives, on peut utiliser le procédé numérique en ayant recours à la méthode de Ritz. Un cas d'instabilité de travée métallique, avec des valeurs de charge critique, au-delà de la limite d'Euler, est traité à titre d'exemple. E. 19875. CDU 624.21 : 518.5.

19-62. Support fléchi avec variation non continue de la rigidité (Sostegno pressoinflesso, con variazione discontinua di rigidiezza). ZANABONI (O.); *G. Genio civ.*, Ital. (fév. 1952), n° 2, p. 112-119, 2 fig., 2 réf. bibl. — Solution à l'aide des séries trigonométriques, ce qui évite la considération directe des nombreuses conditions de congruence propres au problème. Il suffit généralement de considérer une seule inconnue. E. 19875. CDU 690.237.52 : 518.5.

20-62. Méthode de Cross accélérée. II. (Il metodo di Cross accelerato). CONTRI (L.); *G. Genio civ.*, Ital. (sep. 1952), n° 9, p. 500-505, 4 fig., 3 réf. bibl. E. 22669.

CDU 518.5 : 539.37.

21-62. Quelques principes de calcul des systèmes hyperstatiques. STUSSI (F.); *Costr.*

metall., Ital. (juil.-août 1952), n° 4, p. 3-11, 12 fig., 3 réf. bibl. (article en français). — Étude de synthèse des méthodes de calcul des systèmes hyperstatiques, particularités de ces systèmes. Conditions d'élasticité. Résolution des systèmes d'équations par la méthode de Gauss et ses simplifications. Calcul à l'aide des systèmes de base hyperstatiques (méthode réciproque de la méthode de Gauss). Méthodes d'itération. Simplifications par l'emploi de grandeurs hyperstatiques groupées : exemples de l'arc encasté, du cadre continu, de la poutre Vierendeel. Méthode de déformation. Conclusions. E. 21736. CDU 539.37 : 518.5.

22-62. Considérations sur le principe de Saint-Venant (Qualche considerazione sul principio di de Saint-Venant). NORZI (L.); *Atti Rass. tec.*, Ital. (oct. 1952), n° 10, p. 315-320, 6 fig., 5 réf. bibl. — Exposé critique du problème. Proposition d'une méthode et étude approchée des constructions élastiques complexes considérées comme décomposées en plusieurs solides longitudinaux reliés entre eux de façon continue. E. 23020.

CDU 539.3 : 518.5.

23-62. Des théorèmes de réciprocité de la science des constructions (Sopra i teoremi di reciprocità della scienza delle costruzioni). STABILINI (L.); *Atti Rass. tec.*, Ital. (oct. 1952), n° 10, p. 320-322, 11 réf. bibl. — Emploi du théorème des travaux virtuels pour déduire les principes de réciprocité de Betti et de Colonnetti. Relation avec des problèmes analogues d'électrotechnique, d'hydraulique et de thermotechnique. E. 23020.

CDU 518.5.

24-62. Nouvelle méthode pour le calcul des sollicitations dans les membrures, les dalles et les systèmes élastiques plans (Un nuovo metodo per il calcolo delle sollecitazioni in membrane, lastre e sistemi elastici piani). SUPINO (G.); *Atti Rass. tec.*, Ital. (oct. 1952), n° 10, p. 322-327, 1 réf. bibl. E. 23020.

CDU 691.413 : 518.5.

25-62. Nomographie. Abaques et nomogrammes. GUIGNARD (M.); *Flamme, Thermique*, Fr. (oct. 1952), n° 49, p. 13-18, 27-28, 13 fig., 3 réf. bibl. E. 22715. CDU 518.3.

26-62. Tableaux de lignes d'influence pour les moments, les efforts tranchants et les réactions (Influence line tables for moments, shears, and reactions). GRIOT (G.); Ed.: Frederick Ungar Publ. Co, New-York, U. S. A. (1952), 1 vol., texte : 15 p., 13 fig., tableaux : 68 p. (Traduit de l'allemand par H. G. LORSCH). — Voir analyse détaillée B-758 au chap. III « Bibliographie ». E. 22685.

CDU 539.3 : 518.5 (083.5) (02).

27-62. Étude des charpentes composées de poutrelles et de poutres à âme pleine soumises à des affaïssissements donnés des poteaux (Analysis of beam-and-girder framing with known column settlements). FERGUSON (Ph. M.); *J. A. C. I.*, U. S. A. (oct. 1952), vol. 24, n° 2, p. 77-84, 10 fig., 1 réf. bibl. — Méthode basée sur des tableaux qui indiquent la répartition des moments et sur une formule simple donnant les conditions d'équilibre des joints entre poteaux, cette méthode permet, par des approximations successives, d'étudier, d'une façon pratique, les systèmes de charpentes définis ci-dessus. E. 22752.

CDU 693.9 : 518.5 (083.5)

Caf Essais et mesures.

28-62. La mesure du module élastique des matériaux par le vibromètre électronique (La misura del modulo elastico dei materiali con vibrometro elettronico). ROSSETTI (U. P.);

Ingegneri, Ital. (oct. 1952), n° 10, p. 1173-1177, 7 fig., 4 réf. bibl. (résumés français et anglais). — Principe et procédés de mesure du module élastique, par un appareil exploitant les phénomènes de résonance acoustique d'une éprouvette. E. 22531.

CDU 539.3 : 620.105 : 691.

29-62. Travail virtuel et étude des constructions à l'aide de modèles (Virtual work and the analysis of structures with the aid of models). CHARLTON (T. M.); *Engineer*, G.-B. (7 nov. 1952), vol. 194, n° 5050, p. 604-606, 1 fig. — Modification de l'équation fondamentale du travail virtuel pour inclure les déplacements finis du modèle. Explication des conditions pour la comptabilité des déplacements finis avec le principe. E. 22770. CDU 693.9 : 620.015.7

Ci GÉOPHYSIQUE

Cib m Étude des sols.

30-62. Progrès de la science de la mécanique des sols au cours des dix dernières années (The progress of the science of soil mechanics in the past decade). HARDING (H. J. B.); *Proc. Instn civ. Engrs*, G.-B. (nov. 1952), vol. 1, n° 6, p. 658-681, 8 fig., 9 fig. h. t., 19 réf. bibl. — La mécanique du sol comporte des recherches sur l'état du sol, la classification et les essais du sol étudié, l'application de théories confirmées par la pratique, expliquant le comportement du sol. Pression des terres sur les supports latéraux, stabilité des talus et barrages en terre, consolidation des ouvrages en terre, affaissements, prélèvement d'échantillons et essais. Revue des progrès réalisés. E. 22785. CDU 624.131.4.

31-62. Recherches géophysiques des fonds rocheux (Ricerche geofisiche del fondo roccioso). SOLAINI (L.); *Energ. elettr.*, Ital. (mars 1952), vol. 29, n° 3, p. 158-168, 13 fig. — Méthodes géophysiques d'étude du fond rocheux sous un recouvrement alluvionnaire, en considérant particulièrement la méthode de résistance et la méthode sismique de réfraction. Valeur et limitation de ces deux méthodes; considérations sur l'utilisation des procédés géophysiques et leur possibilité d'application à la solution des problèmes de génie civil. E. 20056.

CDU 624.131.3 : 620.1.

32-62. Nouvel instrument pour le prélèvement d'échantillons de terrain. OSTERBERG (J. O.); *Ann. Trav. publ. Belg.*, Belg. (août 1952), n° 4, p. 623-625, 3 fig. (en français) (tiré de : *Engng News-Rec.*, 24 avr. 1952, vol. 148, n° 17). E. 22851. CDU 624.131.

33-62. Mesures des pressions de terrains par l'essai de vérin plat. HABIB (P.), MARCHAND (R.). Mesures des pressions de terrains dans les mines de fer de l'Est. Méthode de mesure. TINGELIN (M. E.); *Ann. I. T. B. T. P.*, Fr. (oct. 1952), n° 58 (Sols et fondations, X), p. 965-990, 34 fig., 2 réf. bibl. (résumé anglais). — Principe d'une méthode de mesure des pressions de terrains qui consiste à pratiquer une saignée dans une paroi de galerie, à observer la détente correspondante, puis à restituer l'état de tension initial à l'aide d'un vérin plat Freyssinet. — M. E. TINGELIN : Mode opératoire employé dans les galeries des mines de fer de l'Est; résultats obtenus. Interprétation des résultats; conclusion : validité suffisante des hypothèses élastiques; proposition d'un essai à l'aide de deux vérins permettant d'obtenir les contraintes tangentielles et principales, les modules de déformation et les coefficients de Poisson. En annexe : formules de calcul des tensions, description du vérin plat. E. 22699. CDU 624.131 : 620.105.

34-62. Canal de ceinture autour de Gand. Drainage de sables bouillants très fins lors de la construction du pont-route W14, à Melle (Ringvaart om Gent. Draineren van uiterst fijne drijfzanden bij het bouwen van Wegbrug W14 te Melle). VAN CAUWENBERGE (M.); *Ann. Trav. publ. Belg.*, Belg. (août 1952), n° 4, p. 543-583, 15 fig., 11 pl. h. t., réf. bibl. (résumé français p. 583-586). — Exposé des essais de perméabilité d'un terrain composé de couches d'argile et de sable très fin. Travaux de drainage pour construction de piles et culées d'un pont par rabattement de nappe. E. 22851. CDU 624.131 : 631.6 : 624.15.

35-62. Encastrement à la base de semelles de portique en tenant compte du fléchissement élastique du sol (Die Füsseinspannung von Rahmentützen bei Berücksichtigung der elastischen Bodennachgiebigkeit). FREIHART (G.); *Beton-Stahlbetonbau*, All. (nov. 1952), n° 11, p. 274-276, 10 fig., 2 réf. bibl. E. 22861. CDU 624.15 : 624.131.

36-62. La mécanique du sol et l'étude des fondations. *Monit. Trav. Publ. Bâtim.*, Fr. (8 nov. 1952), n° 45, p. 16-19. — Étude inspirée du rapport de TERZAGHI au Congrès International de la Recherche dans le Bâtiment. Après des exemples de fondations défectueuses dans de grands bâtiments, on montre les travaux accomplis pour rechercher les méthodes d'estimation des tassements. Problème de la fondation sur semelles et méthodes expéditives mais précises pour leur calcul. Étude des fondations sur radiers et des fondations sur pieux. Étude de tassements originaux constatés dans diverses régions. Conclusions sur les recherches à poursuivre. E. 22753.

CDU 624.131.4 : 624.15.

37-62. Sur la théorie de la pression des terres. VI. (Zur Erddruck-Lehre). OHDE (J.); *Bautechnik*, All. (nov. 1952), n° 11, p. 315-318, 8 fig., 4 réf. bibl. E. 22776. CDU 624.131.

Cif Topographie. Tracé des ouvrages.

38-62. Tables trigonométriques et tables pour le tracé des courbes (Chemins de fer, routes, canaux). GAUNIN (J.), HOUDAILLE (L.), BERNARD (A.); Éd. : Dunod, Paris (1952), nouv. édit., 1 vol., texte : 51 p., 25 fig., tables : 359 p. — Voir analyse détaillée B-750 au chap. III « Bibliographie ». — E. 22827.

CDU 526.9 : 518.5 (083.5) (02).

39-62. Tracé des courbes dont les extrémités sont à rayon variable (clotoïde) (Sul tracciamento di curve con estremi a raggio variabile (clotoide)). MARZANO (G.); *Strade*, Ital. (oct. 1952), vol. 32, n° 10, p. 285-288, 1 fig. E. 22892. CDU 526.9.

Co CONDITIONS GÉNÉRALES

Cod j Règlements. Législation.

40-62. Règlements du bâtiment de la ville de New-York (Building laws of the city of New York). GILLROY (B. J.); Éd. : Tech. Document., Paris (30 juin 1951), vol. 1, VIII + 197 p., fig. E. 22896. CDU 690 : 331.4.

D. — LES ARTS DE LA CONSTRUCTION

41-62. Le IV^e Congrès de l'Association internationale des Ponts et Charpentiers. Cambridge-Londres, 25 août-5 septembre 1952. LAZARD (A.); *Travaux*, Fr. (nov. 1952), n° 217, p. 503-511, 17 réf. bibl. — Analyse des communications. Questions d'ordre général. Bases de dimensionnement et sécurité. Progrès des méthodes de calcul. Constructions métalliques. Questions fondamentales. Applications pratiques. Constructions en béton et béton armé : caractéristiques fondamentales et propriétés du béton. Problèmes actuels du béton et du béton armé, béton précontraint. E. 22532. CDU 690 (061.3).

42-62. Améliorations et perfectionnements proposés par les spécialistes du bâtiment (Verbesserungsvorschläge unserer Bau-Aktivisten). *Bauplan-Bautech.*, All. (oct. 1952), n° 13, p. 448, 30 fig. — Appareils de levage. Coffrages. Voûtes minces en éléments préfabriqués. Cheminées. Plafonds. Échafaudages. Ascenseurs. Granulométrie du béton. E. 22670. CDU 690.2 : 690.022.

Dab MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION

43-62. Les laboratoires d'essais (Laboratorios de ensayos). *Inform. Constr.* (Inst. tec. Constr. Cemento), Esp. (déc. 1951), n° 36, 202 p., nombr. fig., 5 réf. bibl. — Étude complète sur l'installation des laboratoires d'essais dans un grand nombre de pays : États-Unis, Portugal, France, Allemagne, Danemark, Belgique, Angleterre, Finlande, Australie, Norvège, Suisse, Hollande, Inde, Suède, Italie, Canada, Espagne. Ces laboratoires sont consacrés, suivant les cas, à la construction en général, aux matériaux de construction, aux travaux publics, aux irrigations, aux chemins de fer, au béton ordinaire ou armé, etc. E. 19458. CDU 691 : 620.1 : 727.5.

Dab j Matériaux métalliques.

44-62. Vieillesse après déformation dans le fer et l'acier. FAST (J. D.); *Rev. tech. Philips*,

Holl. (juil. 1952), t. 14, n° 1, p. 24-31, 10 fig., 10 réf. bibl. E. 23022. CDU 691.7.

45-62. Résistance à la flexion de la tôle ondulée (Bending strength of corrugated plate). CALDWELL (J. B.); *Engineering*, G.-B. (7 nov. 1952), vol. 174, n° 4528, p. 609-612, 12 fig., 5 réf. bibl. E. 22813. CDU 691.71 : 539.37.

Dab li Liants. Chaux. Plâtre. Ciments.

46-62. Quelques applications du ciment pour la renaissance des régions envahies par les alluvions (Di alcune applicazioni del cemento per la rinascita delle zone alluvionate). *Industr. ital. Cemento*, Ital. (jan. 1952), n° 1, p. 3-6. — Application à la reconstruction immobilière. Emploi dans les charpentiers et pour les traverses de chemins de fer pour ménager le bois et favoriser le reboisement. E. 19422. CDU 691.54 : 690.

47-62. Relations entre les résultats obtenus par diverses méthodes d'essais du ciment

Portland, I. II. (fin) (Correlacion de resultados obtenidos con distintos metodos de ensayo del cemento Portland). ALVELDA (F. E.); *Rev. Obras Sanit. Nacion*, Argent. (juil.-août 1952), n° 146, p. 5-14, 6 fig.; (sep.-oct. 1952), n° 147, p. 115-119, 6 fig. — E. 22161, 22809. CDU 691.542 : 620.1.

48-62. Quelques propriétés du ciment laitier sulfoaluminé et son domaine d'utilisation (Eigenschaften und Anwendungsmöglichkeiten des Sulfat-Hüttenzementes). KRAMER (W.); *Betonst. Ztg.*, All. (nov. 1952), n° 11, p. 405-408, 9 fig., 8 réf. bibl. (résumés anglais et français). E. 22971. CDU 691.54.

49-62. Série d'essais relatifs aux ciments de laitier sulfo-alumineux (Reihenversuche mit Sulfat-Hüttenzement). KOENIG (H. W.); *Wasserwirtschaft*, All. (jan. 1952), n° 4, p. 140-144, 7 fig. E. 19159. CDU 691.54 : 620.1.

50-62. Détermination de la granulométrie des poussières dans l'industrie du ciment (Bestimmung der Kornfeinheit von Stäuben der Zementindustrie). GILLE (F.); *Zement-Kalk-Gips*, All. (oct. 1952), n° 10, p. 309-315, 19 fig., 8 réf. bibl. (résumés anglais et français). E. 22622. CDU 691.54 : 539.215.

Dab lel s Agglomérés.

51-62. Un nouveau type de produits légers : les blocs à base d'argile expansée. *Industr. Céram.*, Fr. (oct. 1952), n° 435, p. 312-314, 1 fig., 7 réf. bibl. — Étude de la nature et de l'origine du gonflement des argiles aux températures élevées. Obtention industrielle de l'argile expansive par addition de diverses substances. Fabrication de blocs argileux par mélange de l'argile expansée avec de l'argile liante. Caractéristiques des produits obtenus. E. 22703. CDU 691.3 : 552.52.

52-62. Les parpaings de béton en Amérique (Concrete blocks in America). WHITAKER (T.); *J. R. I. B. A.*, G.-B. (nov. 1952), vol. 60, n° 1, p. 15-17, 9 fig. — Extension de ce mode de constructions. Avantages. Prix comparés. E. 22976. CDU 691.324-412.

53-62. La peinture du ciment d'amianté (Painting asbestos cement). M. O. W., G.-B. (1952), Advisory Leaflet n° 28, 4 p., 1 fig. E. 22563. CDU 691.328.5 : 691.57.

Dab lem Produits céramiques.

54-62. Les sulfates solubles contenus dans les produits céramiques et leur action sur le ciment et sur le fer (I solfati solubili presenti nei laterizi e la loro azione sul cemento e sul ferro). SERSALE (R.), GREGORIO (E.); *Industr. Ital. Cemento*, Ital. (mars 1952), n° 3, p. 63-65, 4 fig., 3 réf. bibl. E. 20315. CDU 691.4 : 620.191.

Dab lem r Briques. Tuiles. Poteries.

55-62. Argiles et briques. I : Argiles (Arcillas y ladrillos. I. Arcillas). GASPAS TEBAR (D.); Éd. : Inst. tec. Constr. Cemento, Madrid, Esp. (oct. 1951), 1 vol., 190 p., nombr. fig., 1 fig. h. t. (résumés français et anglais). — Voir analyse détaillée B-762 au chap. III « Bibliographie ». E. 20502. CDU 691.421 (02).

56-62. Argiles et briques. II : Fabrication des briques (Arcillas y ladrillos. II. Fabricacion de ladrillos). ARREDONDO (F.); Éd. : Inst. tec. Constr. Cemento, Madrid, Esp. (oct. 1951), 1 vol., 174 p., nombr. fig., bibl. (résumés français et anglais). — Voir analyse détaillée B-763 au chap. III « Bibliographie ». E. 20503. CDU 691.421 (02).

57-62. Création d'une brique légère constituant un gros bloc (brique creuse) (Entwicklung eines leichten Grossblockziegels). Ziegel-

industrie, All. (2 nov. 1952), n° 22, p. 840-842, 2 fig. (Tiré de « Brit. Clayworker » 1951, vol. 60, n° 713, p. 145). E. 22860. CDU 691.421-478.

Dab m Bois et matériaux à base de bois.

58-62. Le bois de construction (Structural timber). THORNER (W.); *Engng J.*, Canada (oct. 1952), vol. 35, n° 10, p. 1041-1046, 6 fig., 6 réf. bibl. — Classement, résistance mécanique, constructions réalisées et entretien des bois sciés, plus particulièrement pour les bois de la côte Pacifique (pin Douglas, sapin du Canada, cèdre rouge). E. 22909. CDU 691.11.

59-62. Sur deux bois congolais : « Pilg » et « Rendle » (Twee midden-afrikaanse coniferen : podocarpus usambarensis Pilg en podocarpus milanjianus Rendle). ECKHOUT (L. E.); *Rijkslandbouwhogeschool* (Med. Lab. Houttechnol), Belg. (sep. 1952), Med. n° 11, p. 1-8, 10 fig. h. t., 14 réf. bibl. (résumés français, anglais et allemand). E. 23032. CDU 691.11.

60-62. Durabilité naturelle des bois du Congo (Duurzaamheidsbepalingen op Kongolese houtsoorten). ECKHOUT (L. E.); *Rijkslandbouwhogeschool* (Med. Lab. Houttechnol), Belg. (sep. 1952), Med. n° 9, p. 1-16, 30 réf. bibl. (résumés français, anglais et allemand). E. 23032. CDU 691.11.

61-62. Influence du dessèchement sur la durabilité du bois (Wordt de duurzaamheid van het hout door het stomen verminderd?). ECKHOUT (L. E.); *Rijkslandbouwhogeschool* (Med. Lab. Houttechnol), Belg. (sep. 1952), Med. n° 10, p. 1-5, 1 fig., 12 réf. bibl. (résumés français, anglais et allemand). E. 23032. CDU 691.11 : 620.197.

62-62. La protection du bois (Holzschutz). *Allg. Bauztg.*, Autr. (10 sep. 1952), n° 315, p. 7-8. E. 23008. CDU 691.11 : 620.197.

Dab mo Matières plastiques.

63-62. Les matières plastiques dans le bâtiment (Plastics in building). SINGER (J. B.); Éd. : Archit. Press, Ltd, Londres, G.-B. (1952), 1 vol., 175 p., nombr. fig. — Voir analyse détaillée B-756 au chap. III « Bibliographie ». E. 22365. CDU 678.7 : 728 (02).

Dac PEINTURES. PIGMENTS. VERNIS. PRODUITS ANNEXES

64-62. Huile de lin conjugée. BLEKING (J. J. A.), BLONK (N. H. M.); *Chim. Peint.*, Belg. (nov. 1952), n° 11, p. 415-420, 3 fig., 11 réf. bibl. (Tiré de « Paint Oil Chem. Rev. », 14 fév. 1952). — Ce traitement assure à l'huile de lin des liaisons conjuguées comme celles de l'huile de bois de Chine. Nouveau catalyseur assurant une conjugaison de 50 % à 120° pour l'huile de lin. Standoles préparées à partir de cette huile conjuguée. Application à l'huile de soya et autres huiles non saturées. Mesure de la conjugaison par méthode spectrophotométrique. E. 22953. CDU 667.6.

65-62. Dénomination, sur le plan international, des pigments blancs, par rapport aux entités chimiques correspondantes. *Peint. Pigm. Vernis*, Fr. (nov. 1952), vol. 28, n° 11, p. 771-773. — Propositions de vocables désignant les pigments blancs en fonction de leurs entités chimiques. Commentaires sur les appellations. E. 22833. CDU 691-57 : 389.6.

66-62. La peinture au silicate. KEHR (A.); *Trav. Peint.*, Fr. (nov. 1952), vol. 7, n° 11, p. 342-344. — Composition à exiger pour le silicate employé en peinture. Pigments à utiliser pour la préparation d'une peinture au silicate. Techniques de préparation et d'appli-

cation d'une telle peinture. Processus de formation du film. Emploi de cette peinture avec les différents fonds (crépis, ancienne peinture à la chaux, au silicate, émulsion, à l'huile, fond de plâtre, bois, verre, zinc). E. 22920. CDU 691.57.

67-62. Décollement total de peintures à l'huile. PUPIL (F.); *Bâtir*, Fr. (oct. 1952), n° 25, p. 30-31, 1 fig. E. 22934. CDU 691.57.

68-62. La couleur. *Courrier Norm.*, Fr. (sep.-oct. 1952), n° 107, p. 295-325, 38 fig. — M. DERIBERE : La couleur dans les activités humaines. Effet physiologique des couleurs. — H. RABATE : Les revêtements colorés, leurs fonctions et leurs possibilités. — B. PERSOZ : Terminologie en matière de couleur. Radiométrie, photométrie, colorimétrie. Catalogues des couleurs. — E. SAFFRE : La couleur dans l'usine et au laboratoire. Conformité des couleurs obtenues, confort visuel par la peinture. — J. DUVAL, BLONDOT : Les normes faisant appel à la couleur et leur importance. E. 22910. CDU 691.57.

69-62. Observations sur le cloquage des films de peinture. CALLAME (B.); *Peint. Pigm. Vernis*, Fr. (nov. 1952), vol. 28, n° 11, p. 789-790, 2 fig., 2 réf. bibl. — Analyse du phénomène du cloquage. Résultats obtenus par divers expérimentateurs. Influence de l'osmose et des actions électrolytiques. E. 22833. CDU 691.57.

Daf SÉCURITÉ DES CONSTRUCTIONS

Daf I Corrosion.

70-62. Application d'un essai de corrosion atmosphérique accélérée à l'évaluation de l'efficacité de produits anti-rouille temporaires (Application of an accelerated atmospheric corrosion test to the assessment of temporary corrosion preventives). ST PRESTON (R.), STROUD (E. C.). Tiré de : *J. Inst. Petrol.*, G.-B. (juil. 1950), vol. 36, 6 fig., 1 réf. bibl. — Utilisation d'un essai de corrosion en atmosphère chargée d'anhydride sulfureux pour évaluer l'efficacité de produits anti-rouille temporaires allant de l'huile de graissage légère jusqu'au bitume en passant par le gel de pétrole. Résultats en divers points du Royaume-Uni, comparables à ceux obtenus en laboratoire pendant une semaine. Les éprouvettes ont résisté à une atmosphère simplement humide. E. 22914. Trad. S. T. C. A. N., n° D 10702, 13 p. CDU 620.19 : 699.8.

71-62. La protection cathodique des installations enterrées (Der kathodische Schutz eingegrabener Anlagen). BOUKQUIN (H.); *Schweiz. Bauztg.*, Suisse (22 nov. 1952), n° 47, p. 663-668, 7 fig., 1 réf. bibl. E. 22947. CDU 620.193 : 699.8.

72-62. Protection cathodique contre la corrosion dans les installations hydrauliques et thermiques (Protezione catodica contro la corrosione negli impianti idrici e termici). *Installatore Ital.*, Ital. (sep. 1952), n° 9, p. 275. E. 22835. CDU 620.19 : 699.8.

Daf m Stabilité des constructions.

73-62. IV^e Congrès de l'Association internationale des Ponts et Charpentes. Cambridge, août 1952. *Tech. mod., Constr.*, Fr. (oct. 1952), t. 7, n° 10, p. 293-301, 5 réf. bibl. — R. PASCAL : Analyse des communications relatives à des thèmes d'ordre général qui concernaient les bases de dimensionnement, à la sécurité (problèmes dynamiques, plasticité et fluage, étude de la sécurité des structures), aux progrès des méthodes de calcul. Analyse des communications relatives au béton, au béton armé et au béton précontraint. — B. CASSE : Analyse des communications relatives aux constructions

métalliques, à savoir les questions fondamentales (aciers de qualité et métaux légers, soudure et assemblages soudés), aux applications pratiques (problèmes actuels de la construction des charpentes métalliques, réalisations d'ouvrages en métaux légers, procédés spéciaux employés pour le montage, détails d'exécution). E. 22529.

CDU 690.4 : 539.37 (061.3).

74-62. La these probabiliste de la sécurité. PROT (M.); *Ann. Trav. publ. Belg.*, Belg. (août 1952), n° 4, p. 519-542, 6 fig., 14 réf. bibl. (résumé flamand). — Exposé de l'ensemble de cette théorie. Considérations psychologiques, schémas probabilistes simples, problème de l'estimation, problème technique, essais sur échantillons, détermination du risque de catastrophe, choix du risque acceptable, courbe intrinsèque de sécurité. Conclusion : Les ingénieurs sont invités à faire des séries d'expériences nombreuses et à tenir compte de la dispersion; perspectives de la théorie probabiliste. E. 22851.

CDU 518.5.

75-62. Mesure des déplacements très lents dans les constructions de grandes dimensions (The measurement of very slow movements in large structures). COX (H. L.), MITCHELL (S. E.); *Proc. Instn. civ. Engrs.*, G.-B. (nov. 1952), vol. 1, n° 6, p. 682-708, 16 fig., 4 fig. h. t., 10 réf. bibl. — Méthode pour déceler et mesurer les déplacements dans les constructions autres que ceux qui résultent des affaissements. Emploi de micromètres spéciaux. Degré de précision des lectures de l'ordre de 0,002 à 0,005 mm. Application de la méthode à la Tour de Londres et au pont de Rochester où l'on a décelé des déplacements de quelques dixièmes de millimètre par an. Autres applications. E. 22785.

CDU 690.592 : 624.131 : 620.1.

76-62. Calcul des probabilités et coefficient de sécurité (Calcolo delle probabilità e coefficiente di sicurezza). BOLOGNA (G.); *G. Genio civ.*, Ital. (jan. 1952), n° 1, p. 33-37, 5 fig., 11 réf. bibl. — Étude des divers procédés utilisés pour déterminer le coefficient de sécurité d'après le calcul des probabilités. Analyse des résultats en se référant au cas des constructions en béton armé précontraint. Recherche de la méthode que l'on pourrait suivre pour résoudre le problème d'un point de vue général. E. 19474.

CDU 539.3 : 691.328.2.

Deb INFRASTRUCTURE ET MAÇONNERIE

Deb ja Consolidation du sol. Assèchement. Drainage.

77-62. Congrès sur la protection du sol et l'aménagement des fleuves et des montagnes, Milan, 16-19 avril 1952 (Convegno sulla difesa del suolo e le sistemazioni fluviali e montane. Milano, 16-19 aprile 1952). Supplément à *Ric. sci.*, Ital. (1952), XXIX + 316 p., nombr. fig., 1 pl. h. t., réf. bibl. (résumés français, anglais et allemand). E. 22797.

CDU 624.138 (061.3).

78-62. Compacteur de sol (A soil compactor). *Engineer*, G.-B. (7 nov. 1952), vol. 194, n° 5050, p. 628-629, 1 fig. — Cet appareil pèse 228 kg et il est prévu pour donner environ 2 200 coups par minute avec un marteau de 1 t. E. 22770.

CDU 624.138 : 621.879.

79-62. La préfabrication sur le terrain dans les ouvrages d'assèchement et dans les canaux d'irrigation (La prefabbricazione in posto nelle opere di bonifica e nei canali di irrigazione). TARDINI (M.), GIGLI (V.); *Industr. ital. Cemento*, Ital. (mars 1952), n° 3, p. 66-70, 13 fig. E. 20315.

CDU 631.6 : 696.122.

Deb je Terrassements.

80-62. Procédé pour la construction de galeries souterraines dans du sable meuble (Invention suisse). *Monde souterr.*, Fr. (juil.-oct. 1952), n° 72-73, p. 801, 1 fig. E. 22992.

CDU 624.19 : 624.13.

81-62. Comportement statique provoqué par la pression hydrostatique et par les variations thermiques des galeries et des puits creusés à travers des roches fracturées (Il comportamento statico provocato dalla pressione idrostatica e dalle variazioni termiche delle gallerie e dei pozzi praticati attraverso rocce fratturate). LELLI (M.); *Energ. elettr.*, Ital. (jan. 1952), vol. 29, n° 1, p. 1-20, 14 fig., 15 réf. bibl. — On considère des galeries revêtues de béton armé en liaison avec une roche qui présente, avant la construction et l'utilisation, des lésions profondes mais non illimitées. L'étude du revêtement est faite pour éviter ses détériorations. Il faut parfois disposer un second revêtement entièrement métallique ou de préférence recourir à la précontrainte. E. 19144.

CDU 624.13 : 624.19 : 693.6.

82-62. L'équipement des galeries d'avancement au rocher. TCHOULAKIAN (H.), TEISSIER (P.); *Annexe I : Les carbures de tungstène. II : Procédés divers de perforation des trous de mines. Monde souterr.*, Fr. (juil.-oct. 1952), n° 72-73, p. 777-801, 59 fig. (Tiré de « Charbonn. Fr. », note tech. 6/49). E. 22992.

CDU 624.19 : 624.13.

83-62. Le creusement des galeries au rocher. II. (fin). FÉGER; *Monde souterr.*, Fr. (juil.-oct. 1952), n° 72-73, p. 806-810. E. 22992.

CDU 624.13 : 624.19.

Deb ji Fondations.

84-62. Construction d'un bâtiment pour bureaux à Tokio par la méthode du caisson ouvert constitué par l'infrastructure (Open-caisson method used to erect Tokyo office-building). MASON (A. C.); *Civ. Engng.*, U. S. A. (nov. 1952), vol. 22, n° 11, p. 46-49, 9 fig. — Quatre étages en sous-sols sont contenus dans le caisson qui a été foncé dans l'argile en creusant en dessous du caisson. Le bâtiment comporte neuf étages au-dessus du sol et sa superficie est d'environ 4 000 m². E. 22979.

CDU 624.15 : 643.8 : 725.23.

85-62. Étude « in situ » d'un batardeau en palplanches (Field study of a sheetpile bulkhead). DUKE (C. M.); *Proc. A. S. C. E. (Soil Mech. Foundations Div.)*, U. S. A. (oct. 1952), vol. 78, Separ. n° 155, 26 p., 22 fig., 8 réf. bibl. E. 22676.

CDU 624.15.

86-62. Batardeaux en arc circulaire avec cintre (Palancolate a volta circolare centinata). ANGELI (L.); *G. Genio civ.*, Ital. (sep. 1952), n° 9, p. 491-499, 14 fig. — L'imperméabilité est assurée par le serrage sur les palplanches, dû à la pression de l'eau. Étude statique de l'ouvrage. Calcul des contraintes aux points les plus fortement sollicités. Renseignements pratiques sur l'exécution. E. 22669.

CDU 624.15 : 518.5.

87-62. Des pieux à l'intérieur d'un batardeau supportent les piles d'un pont (Piles within cofferdam support bridge piers). *Constr. Methods*, U. S. A. (nov. 1952), vol. 34, n° 11, p. 50-51, 5 fig. E. 22987.

CDU 624.154 : 624.2/8.

88-62. Emploi d'un mandrin à expansion pour raidir les longues enveloppes minces de pieux (Air-expanded mandrel stiffens long piles). *Compr. Air Mag.*, U. S. A. (août 1952), vol. 57, n° 8, p. 221-222, 8 fig. (Tiré de « Constr. Methods »). — Le mandrin est dilaté au moyen de l'air comprimé. L'enveloppe mince a 36 m de long et porte à l'extrémité un tuyau plus robuste de 9 m de long. Le diamètre de l'enveloppe mince est de 305 mm. Description du mandrin et de l'opération. E. 22737.

CDU 624.154.

89-62. Gunite pour la protection des pieux en bois (Gunite for pile protection). *Constr. Rev.*, Austral. (9 sep. 1952), vol. 25, n° 5, p. 21-23, 4 fig. E. 22859.

CDU 624.154 : 691.11 : 620.197.

Deb li Bétons.

90-62. Composition des bétons hydrauliques. JOISEL (A.); *Ann. I. T. B. T. P.*, Fr. (oct. 1952), n° 58 (Béton, béton armé. XXI), p. 991-1065, 147 fig., nombr. réf. bibl. (résumé anglais). — Bases de la granulométrie; conceptions diverses; effet de paroi et théorie de Caquot, relations entre les diverses méthodes de composition. Passage de la composition idéale à la composition pratique et exposé du principe de la compacité maximum de l'agrégat, compacité du liant, recherche expérimentale de la compacité maximum d'un béton, détermination de la composition de référence et son adaptation, discontinuités de la granulométrie. E. 22699.

CDU 691.322.

91-62. Réactions entre agrégats et ciment. I : Action réciproque entre les bases et les agrégats (Reactions between aggregates and cement. I : Alkali-aggregate interaction : General). JONES (F. E.); *Nation. Build. Stud.*, G.-B. (1952), Res. paper n° 14, 24 p., 2 fig., 51 réf. bibl. — Formation d'un gel de silice dans l'hydratation du ciment du fait de la réaction de certains agrégats siliceux avec les oxydes hydratés de sodium et de potassium formés pendant cette hydratation. Effet de ce gel de silice qui peut provoquer des fissures du béton. Essais effectués pour l'étude de ce phénomène. Possibilité de l'éviter. Addition de matériaux pouzzolaniques finement pulvérisés. E. 22794.

CDU 691.322/1.

92-62. Comment les variations de température et d'humidité influent sur la durabilité du béton (Como afectan la durabilidad del hormigon los cambios de temperatura y de humedad). MEYERS (S. L.); *Hormigon elastico*, Argent. (juil. 1952), n° 7, p. 17-26, 14 fig., 28 réf. bibl. (Tiré de « Rock Products », août 1951). — Étude de ces influences sur l'agrégat seul, sur la pâte de ciment; effets de la dilatation de la masse mortier-ciment (pâte, plus le sable et l'agrégat fin); dilatation du béton considéré comme l'ensemble du gros agrégat et du mortier. Influence des agrégats. Courbes relatives à la pâte de ciment. Tableaux : coefficients de dilatation, évaporation de l'eau; écoulement plastique en une heure sous tension de 120 kg/cm²; adhérence de la pâte du ciment sur divers solides; compatibilité thermique entre les mortiers et les agrégats; influence des successions d'échauffement et de refroidissement sur la durée de prismes de béton; influence des conditions hygrométriques. E. 21782.

CDU 691.322.

93-62. Essais des propriétés du béton frais (Tests of properties of fresh concrete). BERGSTROM (S. G.); *Magaz. Concr. Res.*, G.-B. (oct. 1952), n° 11, p. 55-62, 13 fig., 4 réf. bibl. E. 22959.

CDU 691.328.2 : 620.1.

94-62. Nouvelles techniques pour l'étude de la prise des agglomérants hydrauliques (Nuevas técnicas para el estudio del fraguado de los aglomerantes hidráulicos). CALIEJA (J.); *Inform. Constr.* (Inst. tec. Constr. Cemento), Esp. (jan. 1952), n° 37, p. 610.1/2-610.1/8, 5 fig., 7 réf. bibl. — Exposé d'une nouvelle méthode pour déterminer la durée de la prise des agglomérants, basée sur la variation de résistance électrique des pâtes pendant le phénomène. Les considérations théoriques et les faits, constatés par expérience, prouvent que le commencement et la fin de la prise sont indiqués sur les courbes de la résistance en fonction du temps par des points bien définis. La méthode proposée a prouvé sa supériorité sur les méthodes classiques sous de multiples aspects. E. 19798.

CDU 691.328 : 691.54.

95-62. Influence de la méthode d'essai sur la résistance du béton à la flexion (The effect of the method of test on the flexural strength of concrete). WRIGHT (P. J. F.), GARWOOD (F.); *Magaz. Concr. Res.*, G.-B. (oct. 1952), n° 11, p. 67-76, 11 fig., 8 réf. bibl. E. 22959.

CDU 691.328 : 539.37 : 620.1.

96-62. La déformation du béton (Ueber die Verformung von Beton). Zement-Kalk-Gips, All. (oct. 1952), n° 10, p. 330-331. — Étude des lois de déformation sous les charges; ces lois sont encore mal connues. Théorie de Freyssinet sur la constitution du béton. Retrait, fluage, déformations élastique et plastique. E. 22622.

CDU 691.328 : 539.37.

97-62. Éléments qui agissent sur la résistance du béton (Factors affecting concrete strength). JONES (R.); *J. Instn. munic. Engrs.*, G.-B. (1^{er} avr. 1952), n° 10, p. 612-621, 1 fig., 6 réf. bibl. — Étude de la composition des bétons. Choix et granulométrie des agrégats, choix du ciment, rapport eau-ciment, malaxage et mise en place du béton, traitement après prise, bétonnage par temps froid, aspect économique du contrôle qualitatif. E. 22767. Trad. I. T. 342, 14 p.

CDU 691.328.

98-62. Pression du béton sur les coffrages (Pressure of concrete on formwork). RODIN (S.); *Proc. Instn. civ. Engrs.*, G.-B. (nov. 1952), part. 1, vol. 1, n° 6, p. 709-746, 27 fig., 37 réf. bibl. — Comptes rendus d'expériences sur les divers facteurs qui influent sur la pression latérale : allure du remplissage, méthode de mise en place du béton (à la main ou par vibrage), consistance et proportion du mélange, température du béton, allure de la prise, dimension et forme du coffrage. E. 22785.

CDU 691.32 : 690.575.

99-62. Innovation dans la technique du coffrage. *J. Constr. Suisse romande*, Suisse (oct. 1952), n° 10, p. 598-599. — Système de coffrage suédois par panneaux préfabriqués « Ivex » composés de lames de premier choix assemblées par agrafes et raidis par des lames métalliques encastrées. Dimensions normalisées. Avantages du système. E. 22520.

CDU 691.32 : 690.575 : 693.057.1.

100-62. Nouvel élément d'isolation et de coffrage « Nomovit » en plaque de pierre de bois, constituée par de l'argile, du ciment et de la sciure de bois (Nomovit ein neues Isolier- und Schalungselement). TIERSCH (H.); *Esterr. Bauztg.*, Autr. (8 nov. 1952), n° 45-52, p. 7. 2 fig. E. 22810.

CDU 691.32 : 690.575.

101-62. Installation de préparation d'agréats pour le barrage de Folsom (Aggregates for Folsom dam). *West. Constr.*, U. S. A. (nov. 1952), vol. 27, n° 11, p. 69-72, 5 fig. — Détails des installations de criblage dont le débit est de 700 t/heure. E. 22951.

CDU 691.328 : 627.8.

102-62. Une installation nouvelle de bétonnage, à grande production, construite en Angleterre pour la Nouvelle Zélande (Un nuovo impianto di betonaggio per la Nuova Zelanda). *Ingegnere*, Ital. (oct. 1952), n° 10, p. 1172, 1 fig. — Cette installation sera utilisée pour la construction d'un nouveau barrage. E. 22531.

CDU 691.328 : 621.929 : 627.8.

103-62. Instructions pour le compactage du béton (Directions for compaction of concrete). *Constr. Rev.*, Austral. (9 sep. 1952), vol. 25, n° 5, p. 30-31. E. 22859.

CDU 691.328 : 693.556.4.

104-62. Béton vibré. I. (Hormigon vibrado). STEWART (D. A.); *Hormigon elastico*, Argent. (mars 1952), n° 3, p. 20-26, 9 fig. — Historique rapide. Fréquence, accélération et amplitude des vibrations. Résultats expérimentaux. Principes d'appareils vibrateurs : internes et externes. Leur puissance. Vibrateurs électromagnétiques. Vibrage superficiel du béton préfabriqué. E. 20444.

CDU 693.556.4.

105-62. Introduction aux procédés de béton par le vide (Vacuum Concrete) (Introduction to the Vacuum Concrete processes). LEVIANT (I.);

Struct. Engr., G.-B. (nov. 1952), vol. 30, n° 11, p. 249-258, 26 fig., 21 réf. bibl. — Les procédés de « béton par le vide » consistent à soumettre le béton fraîchement coulé dans les coffrages à une aspiration qui, tout en extrayant de la masse du béton l'eau en excès, permet de soumettre le béton, de la part de la pression atmosphérique, à un compactage ne nécessitant la participation d'aucun moyen mécanique. Caractéristiques du béton traité par le vide, après durcissement. Avantages. Divers dispositifs pour le traitement par le vide. Applications. E. 22766.

CDU 693.556.

106-62. De l'influence du chlorure de calcium sur le ciment et le béton (Ueber den Einfluss von Chlorkalzium auf Zement und Beton). Zement-Kalk-Gips, All. (oct. 1952), n° 10, p. 328-330, 2 fig. E. 22622.

CDU 693.552.7.

107-62. Méthodes de mesure de la quantité d'air occlus dans les bétons aérés. LEVY (J. P.); *Rev. Matér. Constr.*, Ed. « C », Fr. (oct. 1952), n° 445, p. 279-282, 4 fig., 4 réf. bibl. (résumé anglais). — Description rapide de trois méthodes normalisées aux U. S. A. pour mesurer la quantité d'air occlus dans un béton frais : méthode gravimétrique, méthode volumétrique et méthode par compression. Avantages et inconvénients de ces trois procédés. La méthode par compression qui est la plus répandue, a été modifiée au Laboratoire des Ponts et Chaussées. Indications sur une méthode de mesure de la quantité d'air entraîné dans un béton durci. E. 22445.

CDU 691.328.

108-62. Où faut-il utiliser les cendres volantes ? (Where to use fly ash). CHILCOTE (W. L.); *Amer. City*, U. S. A. (oct. 1952), vol. 67, n° 10, p. 98-99, 2 fig. — Origine, production et propriétés des cendres volantes. Leur influence sur l'entraînement d'air. Comptes rendus d'essais. Ces cendres donnent un fin résultat dans le béton en masse, mais non dans le béton bitumineux. E. 22663.

CDU 693.552.7 : 691.322.5.

109-62. Essais de laboratoire sur l'influence de l'eau chaude sur les quantités nécessaires d'eau et d'agent entraîneur d'air des mélanges pour béton (Laboratory tests of the effect of hot water on the water and air-entraining agent requirements of concrete mixes). U. S. *Dept. Inter.*, *Bur. Reclam.* (Res. Geol. Div.), U. S. A. (2 août 1950), *Mat. Labor. Report* n° C-524, 2 p., 1 pl. h. t. — A l'occasion de la construction du barrage de Hungry Horse, des essais furent effectués avec l'objet ci-dessus et ont abouti aux conclusions suivantes : Le malaxage à l'eau chaude provoque une diminution du tassement au « Slump test » et d'air entraîné quelle que soit la température résultante du béton frais. Pour une température initiale de l'agréat et du ciment de 20° C une augmentation de la température de l'eau de 12 à 68° a exigé l'emploi d'environ 11 % de plus d'eau pour maintenir le tassement initial de trois pouces. La température du béton frais est passée de 21 à 37° C. Le béton préparé avec l'agréat et le ciment à — 18° C et l'eau à 63° C a exigé 3 % de plus d'eau et 50 % de plus d'agent entraîneur d'air pour conserver le même tassement et la même teneur en air que lorsqu'on employait l'agréat et le ciment à 99° C et l'eau à 39° C. La température résultante du béton frais a été d'environ 13° C dans les deux cas. Tableau des résultats de laboratoire. E. 22536.

CDU 691.328 : 627.8 : 620.1.

110-62. Le béton au gaz « Hebel », stade actuel de développement (Hebel-Gasbeton. Gegenwärtiger Stand der Entwicklung). *Betonst. Ztg.*, All. (nov. 1952), n° 11, p. 409-413, 3 fig., 16 réf. bibl. (résumés anglais et français). Tiré de « Hebel-Mitteilungsheft n° 2 ». E. 22971.

CDU 691.328.

111-62. Progrès du béton à entraînement d'air (Progreso del hormigon con aire incorporado). *Cemento Portland*, Argent. (juil. 1952),

n° 26, p. 6-11, 7 fig. — Étude théorique et effets bienfaisants sur les propriétés du béton : augmentation de la durée, de la cohésion, diminution à la ségrégation et de la « sudation », de la quantité d'eau contenue, du pourcentage de sable. Description de l'usine de traitement des eaux de Punta Lara et de l'aqueduc de Punta Lara à la Plata, premier ouvrage argentin en béton aéré. E. 22606.

CDU 628.16 : 693.54.

112-62. Emploi de l'ardoise expansée dans la fabrication des bétons légers (Emprego de ardósia expandida no fabrico de betoes leves). GARCIA (A. N. V.); *Lab. Engra. civ.* (Minist. Obras publ.), Portug. (oct. 1951), C. I. T. n° 2, Série B-4, 5 p. E. 19463.

CDU 691.328.

Deb mo

Enduits.

Revêtements.

113-62. Construction de maisons avec des murs recouverts à la gunite (Housing project has gunited walls). JESSUP (J. B.); *Engng News-Rec.*, U. S. A. (6 nov. 1952), vol. 149, n° 19, p. 43-44, 7 fig. E. 22975.

CDU 693.625 : 690.22.

Deb ne

Béton armé.

114-62. Comportement non-élastique aux essais, des piliers courts en béton armé, sous charge excentrée (Inelastic behavior in tests of eccentrically loaded short reinforced concrete columns). HOGNESTAD (E.); *J. A. C. I.*, U. S. A. (oct. 1952), vol. 24, n° 2, p. 117-139, 18 fig. — Résultats des essais effectués sur cent vingt spécimens de piliers en béton armé présentant divers types d'armatures et différentes compositions de béton, soumis à des charges plus ou moins excentrées par rapport à l'axe longitudinal du pilier. Théorie permettant d'expliquer les résultats obtenus et de prédire les charges de rupture avec une approximation suffisante. E. 22752.

CDU 690.237.52 : 693.55 : 518.5.

115-62. Appareillage utilisé pour la mesure des contraintes dans les dalles en béton armées avec un treillage métallique soudé (Instrumentation and strain measurement in welded wire fabric reinforced concrete slabs). CARLTON (E. W.), SENNE (J. H.); *J. A. C. I.*, U. S. A. (oct. 1952), vol. 24, n° 2, p. 141-152, 13 fig. — Pour l'étude de la répartition des efforts dans les armatures en treillage métallique soudé, utilisation des extensomètres à résistance cimentés sur le fil métallique à l'aide d'un ciment spécial. Description du dispositif d'essai, de l'installation utilisée pour charger les dalles étudiées; résultats obtenus sur différentes dalles. Discussion. E. 22752.

CDU 691.413 : 693.55 : 518.5.

116-62. Des techniques améliorées abaissent le prix de revient de la construction en béton (Improved techniques lower cost of concrete construction). HARDIN (J. R.); *Civ. Engng.*, U. S. A. (nov. 1952), vol. 22, n° 11, p. 50-54, 4 fig. E. 22979.

CDU 090.031 : 693.54.

117-62. Calcul de la courbe des contraintes de compression dans une section fléchée en béton armé (Berechnung der Druckspannungskurve im Stahlbeton-Biegequerschnitt). HÄMMANN (H.); *Schweiz. Bauztg.*, Suisse (1^{er} nov. 1952), n° 44, p. 629-630, 5 fig., 5 réf. bibl. E. 22560.

CDU 693.55 : 518.5.

118-62. La nouvelle théorie du béton armé dans les futures prescriptions autrichiennes sur le béton armé. I. II. (*Die neue Theorie des Stahlbetons in den künftigen österreichischen Stahlbetonvorschriften*). BIRTNER (E.); *Allg. Bauztg.*, Autr. (24 sep. 1952), n° 317, p. 3-8, 3 fig., 4 réf. bibl.; (1^{er} oct. 1952), n° 318, p. 6-9, 4 fig., 1 réf. bibl. — Principes de la nouvelle théorie. Propositions numériques. Flexion simple plane dans la section rectangulaire simplement armée. Flexion composée plane dans la section rectangulaire. Conclusions. E. 23010-23011.

CDU 693.55 : 518.5 : 331.14.

Deb ni Béton précontraint.

119-62. Constructions en béton précontraint (Prestressed concrete structures). KOMENDANT (A. E.); Ed. McGraw-Hill Publ. Co Ltd, Londres, G.-B. (1952), 1^{re} éd., 1 vol., XIV + 261 p., 161 fig., réf. bibl. — Voir analyse détaillée B-755 au chap. III « Bibliographie ». E. 22720. CDU 691.328.2 : 693.57 (02).

120-62. Pylône d'alignement en béton précontraint pour lignes haute tension (Procédé Freyssinet). Tech. mod., Constr., Fr. (oct. 1952), t. 7, n° 10, p. 314-315, 5 fig. — Étude et essais d'un prototype de pylône haute tension de 31,877 m de hauteur pour des portées de 305 m et construit en béton précontraint. Résultats des essais de flexion et de torsion. E. 22529. CDU 690.237.52 : 621.311 : 693.57.

121-62. Pylône d'alignement en béton précontraint. LEONTIEFF (G.); Travaux, Fr. (déc. 1952), n° 218, p. 564-566, 8 fig. E. 23016. CDU 690.237.52 : 693.57.

122-62. Définitions et notations proposées pour le béton précontraint (Proposed definitions and notations for prestressed concrete). J. A. C. I., U. S. A. (oct. 1952), vol. 24, n° 2, p. 85-88. — Le comité ACI-323 propose des définitions de termes relatifs au béton précontraint, post-tension, pré-tension, armature adhérente ou non-adhérente, ancrage, charge produisant la fissuration, fluage, retrait. Notations proposées pour : les constantes des sections transversales des pièces en béton, les charges appliquées, les forces de précontrainte, les efforts développés dans le béton et dans l'acier. E. 22752. CDU 691.328.2 : 539.37 : 389.64.

123-62. Le premier grand pont sur route à grand trafic en béton précontraint dans l'Ouest (The West's first major prestressed concrete highway bridge). West. Constr., U. S. A. (nov. 1952), vol. 27, n° 11, p. 56-57, 1 fig. — Longueur totale : 128 m. Deux chaussées de 4,15 m de large entre bordures. Vingt-huit poutres de 13,7 m de long et vingt-huit de 18,3 m, précontraintes ou plutôt « post-tendues » (procédé Freyssinet) et cent quatre-vingt-douze diaphragmes coulés *in situ*. E. 22951. CDU 625.74 : 693.57.

124-62. Le constructeur considère que la précontrainte peut être utilisée sans effort (Builder finds prestressing can be taken in stride). Engng News-Rec., U. S. A. (16 oct. 1952), vol. 149, n° 16, p. 35-37, 5 fig. — Pont en béton précontraint destiné à supporter deux voies routières à fort trafic. Il se compose de cinq travées de 13,4 m constituées par neuf poutres en T préfabriquées et précontraintes, posées presque contiguës. E. 22696. CDU 624.27 : 693.57.

125-62. Comment abaisser le prix de revient de la précontrainte (How to lower prestressing costs). ABELES (P. W.); Engng News-Rec., U. S. A. (30 oct. 1952), vol. 149, n° 18, p. 32-34, 5 fig. E. 22862. CDU 690.031 : 693.57.

126-62. Grosses poutres en béton précontraint supportant les planchers d'un garage (Prestressed girders support garage floor). Engng News-Rec., U. S. A. (13 nov. 1952), vol. 149, n° 20, p. 38-39, 4 fig. E. 22988. CDU 690.25 : 693.57.

127-62. Fortes charges et pas d'acier. Les poutres les plus lourdes du monde en béton précontraint (Big loads, no steel result in world's heaviest prestressed building girders). LIN (T. Y.); Civ. Engng, U. S. A. (nov. 1952), vol. 22, n° 11, p. 29-33, 10 fig. — Poutres pour un bâtiment de garage à San Francisco. Une poutre en T de 1,2 m × 2,3 m de hauteur avec une aile de 2,4 m de large, pour une portée de 18,9 m, supporte une charge totale de 650 t dont 426 t concentrées près du milieu. La précontrainte est réalisée par vingt-huit torons de 38 mm à haute résistance à la traction, qui assurent une compression totale de 2 150 000 kg.

Détails des diverses poutres et de la précontrainte. E. 22979. CDU 690.237.22 : 693.57.

128-62. Les poutres en béton précontraint. Méthode rationnelle de calcul (Prestressed concrete beams. A rational design method). ROBERTSON (R. G.); Struct. Engr., G.-B. (nov. 1952), vol. 30, n° 11, p. 259-272, 9 fig. — Méthode grâce à laquelle les dimensions d'une poutre précontrainte peuvent être déterminées à l'aide d'une seule équation, valable pour une poutre de section transversale donnée. Contrainte maximum de la fibre supérieure. Effet du conduit de logement des câbles sur les propriétés de la section. Profil des câbles. Forme optimum. Poutres continues à section symétrique uniforme. Poutres continues composées d'éléments préfabriqués. Terminologie. E. 22766. CDU 690.237.22 : 693.57 : 518.5.

129-62. Fabrique en béton armé près de Harwich (A reinforced concrete factory near Harwich). Engineer, G.-B. (14 nov. 1952), vol. 194, n° 5051, p. 647-648, 3 fig. — Planchers et toits établis avec un système d'éléments précontraints dit système « Shishkoff ». E. 22865. CDU 690.2 : 693.57.

130-62. Essai d'un pont en béton précontraint (Testing a prestressed concrete bridge). Engineer, G.-B. (14 nov. 1952), vol. 194, n° 5051, p. 648. — Discussion des résultats d'un essai destructif sur un pont de l'Exposition de la Rive Sud à Londres. E. 22865. CDU 624.27 : 693.57 : 620.1.

131-62. La sécurité dans la construction des routes en béton précontraint (Safety in the construction of prestressed concrete roads). ARMSTRONG (W. E. I.); Chart. civ. Engr. (Bull. J. Inst. Civ. Engrs), G.-B. (nov. 1952), p. 29-33, 2 fig. — Précautions à prendre pour éviter les avaries futures aux chaussées en béton précontraint lors de la construction et pendant l'application de la contrainte aux câbles métalliques; qualités des mélanges à adopter pour le béton; armature transversale; compactage du béton; ancrages; possibilité de réparation des avaries. E. 22781. CDU 625.84 : 693.57.

132-62. Ponts et autres constructions en béton précontraint (Prestressed concrete bridges and other structures). LEE (D. H.); Struct. Engr., G.-B. (déc. 1952), vol. 30, n° 12, p. 302-314, 30 fig., 14 réf. bibl. — Longueur minimum économique pour la « post-tension ». Poutres pour bâtiments. Planchers de longue portée. Réservoirs circulaires précontraints. Acier à haute résistance à la traction. Pieux précontraints. Pieux tubulaires. Renforcement de ponts existants. E. 23047. CDU 693.57.

133-62. Ossature en béton précontraint dans un nouveau bâtiment de banque (Rahmenbinder aus Spannbeton bei einem Bankneubau). NEUNERT (B.); Beton-Stahlbetonbau, All. (nov. 1952), n° 11, p. 264-266, 7 fig., 1 réf. bibl. E. 22861. CDU 693.95 : 693.57 : 725.24.

134-62. Essais destructifs sur une passerelle en béton précontraint (Destruction tests of a prestressed concrete footbridge). Constr. Rev., Austral. (9 sep. 1952), vol. 25, n° 5, p. 17-19, 5 fig. E. 22859. CDU 625.74 : 693.57 : 620.1.

135-62. Portique en ciment armé partiellement précontraint (Portale in cemento armato parzialmente precompresso). CESTELLI-GUIDI (C.); G. Genio civ., Ital. (jan. 1952), n° 1, p. 19-23, 3 fig. — Portique simple en ciment armé avec traverse précontrainte et piedroits non précontraint. Étude des bases du projet des câbles pour obtenir des états déterminés de flexion préalable dans les piedroits. Exemple pratique. E. 19474. CDU 693.9 : 693.57.

136-62. Plancher en ciment armé avec nervure précontrainte. I (Il solaio in cemento armato con nervatura precompressa). CESTELLI-GUIDI (C.); Industr. ital. Cemento, Ital.

(mars 1952), n° 3, p. 58-62, 4 fig., 1 réf. bibl. — Exposé des diverses phases du calcul de la poutre mixte formée d'une nervure précontrainte et d'une plate-bande non précontrainte, par la méthode de la précontrainte fictive déjà connue pour l'épreuve de rupture. E. 20315. CDU 690.25 : 693.55.

137-62. Une grande couverture nouvelle en béton précontraint construite à Rome (Una nuova grande copertura in calcestruzzo precompresso costruita in Roma). MORANDI (R.); Industr. ital. Cemento, Ital. (fév. 1952), n° 2, p. 34-37, 7 fig. — Salle de 1 500 m² couverte sans appuis intermédiaires. La couverture se compose d'une série de portiques hyperstatiques articulés au pied de 32,5 d'ouverture, 6,95 m de haut et distants de 4,72 m entre eux. Surcharge accidentelle prévue : 150 kg/m². La salle est destinée à servir de réfectoire. E. 19921. CDU 690.24 : 693.57.

138-62. Passerelle en béton précontraint sur la « Samoggia » (près de Bologne) portée 70 m (Passerella in precompresso sul Samoggia). Industr. ital. Cemento, Ital. (oct. 1952), n° 10, p. 240-241, 1 fig. E. 22850. CDU 625.74 : 693.57.

139-62. Pieux creux en béton précontraint pour plateformes maritimes (Pilotes huecos de hormigon pretensado para plataformas maritimas). Inform. Constr. (Inst. tec. Constr. Cemento), Esp. (oct. 1952), n° 44, p. 556-6/1-556-6/8, 13 fig. E. 22873. CDU 624.154 : 693.57 : 627.3.

140-62. Le calcul des pertes de tension dans le béton précontraint (Die Berechnung der Spannungsverluste im vorgespannten Beton). BIRKENMAIER (M.); Schweiz. Baustg., Suisse (8 nov. 1952), n° 45, p. 635-638, 9 fig., 8 réf. bibl. E. 22757. CDU 691.328.2 : 693.57.

141-62. Nouveau procédé de précontrainte (Un nuovo procedimento di precompressione). TOURNON (G.); Atti Rass. tec., Ital. (oct. 1952), n° 10, p. 328-342, 24 fig. — On dispose un fil ou un câble d'acier en position voisine de celle qu'ils auront après prétension et, après ancrage, on agit en des points déterminés avec des forces extérieures normales ou presque au tracé pour obtenir un allongement prédéterminé de l'axe moyen de l'armature. Calculs, avantages et exemples d'applications. E. 23020. CDU 691.328.2.

Dec CHARPENTE. MENUISERIE. SERRURERIE

Dec j Travail du bois. Charpente. Menuiserie.

142-62. Collage du bois par radiofréquence. III. VIART (F.); Rev. Bois, Fr. (nov. 1952), vol. 7, n° 11, p. 10-14, 23 fig. — Quelques exemples de réalisations : 1° Collages sur champ; 2° Galbage de panneaux; 3° L' « Edge-Gluer » américain; 4° Fabrication de raquettes de tennis; 5° Fabrication d'ébenisteries pour radio, télévision, etc.; 6° Collage de semelles en fibre sur navettes de filature; 7° Collage d'alèses de portes; 8° Collage de placages sur lattes. Le pistolet. E. 22619. CDU 694.2 : 694.6.

143-62. Bois de construction pour ouvrages de quais. I. (Structural timber for dock work). REECE (P. O.); Dock Harbour Author., G.-B. (nov. 1952), vol. 33, n° 385, p. 207-211, 10 fig. — Considérations relatives à l'emploi intensif du bois pour la construction des hangars. E. 22931. CDU 694.1 : 627.3 : 725.39.

144-62. Emploi du bois dans tous les travaux de construction (Use of timber in all building work). M. O. W. Econ. Memor., G.-B. (nov. 1952), nouv. sér., n° 4, 11 p., 6 fig. — Recommandations pour l'emploi des bois durs et des bois tendres dans les travaux de construction. Tableau indiquant les restrictions

faites par cet organisme sur l'emploi des bois tendres. Dimensions maxima des solives, madriers, chevrons, etc. pour divers usages. E. 22718. CDU 694.1 : 691.11.

145-62. Fabrication de portes en série (Türen in Serienherstellung). ARMBRUSTER (E.); Mitt. Esterr. Gesellsch. Holzforsch., Autr. (oct. 1952), vol. 4, n° 5, p. 6-10, 8 fig. E. 22558. CDU 690.281 : 694.6.

Dec I Travaux des métaux. Charpente. Soudure. Menuiserie.

146-62. Étude du comportement des aciers lors du soudage par la méthode des gradients croisés. GRANJON (H.); Soud. Tech. conn., Fr. (sep.-oct. 1952), vol. 6, n° 9-10, p. 219-220, 1 fig., 5 réf. bibl. E. 22863.

CDU 621.791 : 691.71.

147-62. Rapport des représentants de la construction métallique dans les missions qui se sont rendues aux États-Unis au cours de l'année 1951. Un. nation. Constr. métall., Chambre syndic. Entrepreneurs Constr. métall. Fr., Fr. (sep. 1952), 61 p., 32 fig. — Rapport de la mission technique « Construction métallique » : Visites de l'American Institute of Steel, d'une usine de menuiseries et revêtements en métaux légers, de six usines de constructions métalliques, de chantiers de ponts, buildings; résumé des particularités de l'usinage américain; conclusion. — M. GROSSAS : Facteurs de la productivité américaine. — Ed. PREBIN : Rapport des visites de travaux souterrains, de travaux d'usines, de pont-route, de barrages, d'écluse, de centrale électrique, d'hôpital. — L. DUBOIS, Ph. SCHMID : Méthodes de soudage. E. 22628. CDU 693.97 (061.3).

148-62. La jonction Nord-Midi à Bruxelles. BALBACHEVSKY (G. N.); Ossature métall., Belg. (nov. 1952), n° 11, p. 513-522, 11 fig. — Description générale des travaux comportant des viaducs et des tunnels, trois stations et deux gares terminales, des pylônes catenaires, des bâtiments divers. Quantités de matériaux mis en œuvre. E. 22879. CDU 690.2 : 693.97.

149-62. Spécifications américaines pour l'étude, la fabrication et le montage des charpentes en acier pour bâtiments (Construction rivée, boulonnée ou soudée à l'arc) (Specification for the design, fabrication and erection of structural steel for buildings (Riveted, bolted and arcwelded construction). Amer. Inst. Steel Constr., U. S. A. (15 juil. 1952), A. S. A. A57.1, p. 277-305, 1 fig. E. 22985. CDU 693.97 : 389.6.

150-62. La normalisation dans la construction des charpentes en acier (La razionalizzazione nella costruzione di strutture in acciaio). SCHUMACHER; Costr. metall., Ital. (juil.-août 1952), n° 4, p. 21-26. — Conférence au congrès des Ingénieurs des Ateliers et du Montage de l'Union des Constructeurs allemands de Charpentes en Acier. E. 21736.

CDU 693.97 : 389.64.

151-62. La fragilité dans les constructions métalliques (La fragilità nelle strutture metalliche). ZIGNOLI (V.); Atti Rass. tec., Ital. (oct. 1952), n° 10, p. 343-350, 12 fig., 14 réf. bibl. E. 23020. CDU 539.56 : 693.97.

152-62. Les procédés d'assemblage des menuiseries métalliques en alliages légers. LEVEILLE (R.); Rev. Alumin., Fr. (oct. 1952), n° 192, p. 362-363, 8 fig. (résumés anglais, espagnol). E. 22765. CDU 690.28 : 691.77.

Def PRÉFABRICATION

153-62. Compte rendu des travaux de la « Brigade des éléments préfabriqués en béton » de la République Démocratique allemande (Mitteilungen der überbetrieblichen Betonfer-

tigteilbrigade der DDR). Bauplan.-Bautech., All. (oct. 1952), n° 13, p. 479-480. — Fabrication et montage des éléments préfabriqués en béton. Coordination des expériences de fabrication et d'emploi, y compris la construction hivernale et orientation des échanges de résultats expérimentés. Liaison avec les spécialistes des recherches. Aide à l'introduction des nouveaux résultats expérimentaux dans le domaine de la fabrication. E. 22670.

CDU 691.32-412 : 690.2 : 693.057.1.

Dib PLOMBERIE SANITAIRE

154-62. Traité de plomberie et d'installation sanitaire. CHARLENT (H.); Ed. : Libr. Garnier Fres, Paris, 5^e édit., 1 vol., x + 640 p., 827 fig., 2 pl. h. t., réf. bibl. — Voir analyse détaillée B-752 au chap. III « Bibliographie ». E. 22828. CDU 696.1 (02).

155-62. Détermination des diamètres des canalisations de vidange. BOURCIER (L.); Chaud-Froid, Fr. (oct. 1952), n° 70, p. 55, 57, 59, 1 fig. E. 22385.

CDU 696.13 : 696.122 : 389.63.

156-62. Débit des descentes de plomberie pour eaux usées (Capacities of plumbing stacks in buildings). WYLY (S.), EATON (H. N.); U. S. Dpt Commerce (Nation. Bur. Stand.); U. S. A. (28 mai 1952), Build. Mater. Struct. Report 132, 28 p., 30 fig., 14 réf. bibl. E. 22792.

CDU 696.122 : 628.3.

157-62. Canalisation d'évacuation à descente unique dans les habitations. I. (One-pipe (single stack) plumbing for housing). B. R. S. Dig., G.-B. (nov. 1952), n° 48, 3 p., 2 fig. E. 22977.

CDU 696.122.

158-62. Éléments préfabriqués pour conduites en fonte d'évacuation d'eau (Fertigbauteile für Abflussleitungen aus Gusseisen). MENGERINGHAUSEN (M.); Heiz-Luft-Haustech., All. (juil. 1951), vol. 2, n° 4, p. 117-118, 5 fig., 5 réf. bibl. E. 22817.

CDU 696.122 : 691.71 : 693.057.1.

159-62. Conceptions personnelles sur les appareils et les installations sanitaires. L'humidité. I. II. ABDON (A.); Chaud-Froid, Fr. (sep. 1952), n° 69, p. 87, 91, 93, 1 fig.; (oct. 1952), n° 70, p. 85, 87, 89, 2 fig. E. 22385.

CDU 696.13 : 697.138 : 699.82.

Dic CLIMATISATION

160-62. Journées internationales de chauffage, ventilation et conditionnement d'air 1952 (Institut technique du Bâtiment et des Travaux publics). CADIERGUES (R.); Chal. Industr., Fr. (sep. 1952), n° 326, p. 313-318. — Recherches et techniques étrangères : en Belgique, en Hollande. Chauffage par rayonnement : aux États-Unis, en Allemagne, en Italie, en France. Matériel moderne utilisé dans les installations récentes de réfrigération. Problèmes économiques du chauffage central, problèmes de la répartition des charges de chauffage et du comptage des calories; premiers résultats obtenus dans la première campagne d'essais de Melun. Exposé consacré aux conduits de fumée du système dit « unitaire ». Travaux accomplis en 1951 par le Comité scientifique et technique de l'Industrie du Chauffage et de la Ventilation. Exposé de la méthode de mesure de la ventilation par traceurs radioactifs. Travaux accomplis aux Laboratoires du Bâtiment et des Travaux publics. Essais poursuivis sur la régulation automatique des petites installations. Problème de la régulation automatique des grandes installations. Aspect particulier de la précision dans la régulation automatique. Visite de l'installation de la Bibliothèque nationale. E. 22708. CDU 697 (061.3).

161-62. Installation et utilisation du chauffage et du refroidissement par rayonnement (Bau und Betrieb der Strahlungsheizung und der Strahlungskühlung). BILDEN (H.); Heiz-Luft-Haustech., All. (jan. 1951), vol. 2, n° 1, p. 5-9, 23 fig. E. 22815. CDU 697.353 : 621.56.

162-62. Que coûte le fonctionnement ? (What's the operating cost ?). STAHL (W. A.); Heat. Pip. Air Condition., U. S. A. (oct. 1952), vol. 24, n° 10, p. 89-91, 4 fig. — Chiffres relatifs au chauffage, à la ventilation et au conditionnement d'air pour répondre à cette question; conseils pour noter les dépenses et pour les réduire. E. 22694. CDU 697 : 657.47 : 690.031.

163-62. Matériel de chauffage au gaz (Gas-fired heating equipment). WOLPERT (N. N.); Heat. Ventil., U. S. A. (oct. 1952), vol. 49, n° 10, p. 88-91, 13 fig. — Revue du matériel de chauffage au gaz introduit dans les cinq dernières années. Description de certains appareils pour présenter les tendances actuelles et le rôle des appareils. Appareils muraux. Appareils à faible encombrement sur le plancher. Appareils miniature. Chauffage périphérique. Conditionnement d'air pour l'année entière (chauffage et refroidissement). Dispositifs de commande. E. 22485.

CDU 697.243 : 662.764.

164-62. Évolutions de la sonde de conductibilité thermique (Development of the thermal conductivity probe). HOOPER (F. C.), CHANG (S. C.); Heat. Pip. Air Condition., U. S. A. (oct. 1952), vol. 24, n° 10, p. 125-129, 8 fig., 1 réf. bibl. E. 22694. CDU 620.1 : 697 : 536.2.

165-62. Rendement des transmetteurs de chaleur (Wirkungsgrad von Wärmeübertragern). FRIEDER (A.); Allg. Wärmetechn., All. (1952), n° 7, p. 142-144, 1 fig. — Nouvelle définition du rendement des transmetteurs de chaleur, basée sur l'équation de l'entropie. Pour un calcul correct on doit tenir compte non seulement des pertes dues aux différences finales de température mais aussi aux pertes de pression. E. 22605. CDU 532.2 : 697.

166-62. Évaluation des pertes de chaleur causées par les planchers et les sous-sols revêtus de dalles (Estimating the heat loss from slab floors and basements). BAKER (M.), O'BYRNE (J. M.), LEVY (A. M.); Heat. Pip. Air Condition., U. S. A. (nov. 1952), vol. 24, n° 11, p. 95-97, 3 fig. E. 22958. CDU 690.25 : 697.13.

167-62. Perte de chaleur à travers les planchers massifs de rez-de-chaussée. II. (Heat loss through solid ground floors). BILLINGTON (N. S.); J. Instn Heat. Ventil. Engrs, G.-B. (nov. 1952), vol. 20, n° 207, p. 325-328, 2 fig., 3 réf. bibl. E. 22714. CDU 699.86 : 690.25.

168-62. Calcul des pertes horaires de chaleur des salles chauffées avec application des coefficients calorifiques (Die Ermittlung der stündlichen Wärmeverluste beheizter Räume unter Anwendung Kalorischer Kenwerte). GREUTER (W. K.); Schweiz Bl. Heiz. Lüft., Suisse (1952), n° 3, p. 62-66, 4 fig. — Contribution à la simplification proposée des procédés de calcul en usage jusqu'à ce jour. Coefficients calorifiques (tableaux). Leur application avec exemples. Cas des murs extérieurs; cas des fenêtres. E. 22607. CDU 697 : 518.5.

169-62. Nouvelle méthode pour le calcul des besoins de chaleur (Eine neue Methode zur Wärmebedarfsberechnung). GERBER (E.); Schweiz Bl. Heiz. Lüft., Suisse (1952), n° 3, p. 66-76, 14 fig., 7 réf. bibl. — Connaissances acquises à ce jour. Probabilités d'erreurs. Analyse de quatre exemples avec tableaux des pertes de chaleur. Ordre des opérations pour un calcul d'après la nouvelle méthode. E. 22607. CDU 697 : 518.5.

Dic I Chauffage.

170-62. Étude technique des conduits de fumée. VI. VII. DELL'ORO (J.); Chaud-Froid, Fr. (oct. 1952), n° 70, p. 45, 47, 49, 51, 1 fig.;

(nov. 1952), n° 71, p. 59, 61, 63, 51, 3 fig. — VI : Exemples de réalisations techniques défectueuses auxquelles il est remédié soit par un chemisage intérieur du conduit, soit par un remaniement complet de la chaufferie. Modifications dans l'exploitation. VII : Exemple pris sur une installation de chaufferie. Détermination des caractéristiques des cheminées d'après les conditions de fonctionnement des chaudières. Diagramme de Bunte. Diagramme d'Izart. E. 22385, 22921.

CDU 697.243 : 697.81.

171-62. Le radiateur en aluminium. (Radial) Bâtiment, Fr. (8 nov. 1952), n° 45, p. 9-10, 1 fig. E. 22830.

CDU 697.356 : 691.77.

172-62. Nouveaux radiateurs et leurs applications (Neu entwickelte Raumheizkörper und ihre Anwendung). MACLEAN (A.); Heiz-Luft-Haustech., All. (juil. 1951), vol. 2, n° 4, p. 129-130, 5 fig. — Radiateurs muraux Hagan. Plaque chauffante Sunstrip. Radiateur de plafond Rotatherm. E. 22817.

CDU 697.356 : 690.254.

173-62. Les radiateurs et leur surface équivalente (Radiatori e loro superficie equivalente). PARODI (A.); Installatore ital., Ital. (sep. 1952), n° 9, p. 276-277, 2 fig. — E. 22835.

CEU 697.356 : 518.5.

174-62. Le chauffage par rayonnement. Chaud-Froid, Fr. (oct. 1952), n° 70, p. 43. — Réponse de R. CADIERGUES à R. CHASSERAU sur son compte rendu des exposés concernant le chauffage par rayonnement présentés aux Journées internationales du chauffage. Ventilation et conditionnement d'air. Coefficients de transmission des vitrages. Émission des sols chauffants. Systèmes à tubes enrobés dans la dalle de compression. Validité des systèmes et secret des recherches. E. 22385. CDU 697.353.

175-62. Chauffage par panneaux rayonnants dans un bâtiment moderne pour bureaux (Radiant panel heating in a modern office building). MILLS (D. L.); Heat. Ventil., U. S. A. (oct. 1952), vol. 49, n° 10, p. 108-111, 11 fig. — L'espace étant particulièrement limité, les exigences d'uniformité de température étaient strictes et il fallait répartir les éléments chauffants sur de grandes surfaces. Détail des éléments à serpentin et de leur mode de pose. Chauffage de bureaux privés. E. 22485. CDU 697.353 : 725.23.

176-62. Développement du chauffage par rayonnement (Entwicklung der Strahlungsheizung). SENNHAUSER (W.); Allg. Wärmetechn., All. (1952), n° 7, p. 137-142, 13 fig., 4 réf. bibl. — Anciens planchers chauffants, par tuyaux de vapeur. Tubes enrobés dans le béton. Chauffage par plafond rayonnant au moyen de tuyaux de cuivre (U. S. A.). Chauffage par rayonnement Dériaz. Plafond rayonnant par tôles d'aluminium. Chauffage américain par serpents dans le plancher. Plafond rayonnant en aluminium avec tuyaux de vapeur sous un espace creux au-dessus des tôles. Chauffage d'usine par tôles rayonnantes, par vapeur à haute température. E. 22605.

CDU 697.353 : 690.254.

177-62. Le chauffage et les installations sanitaires du Quartier Général des Forces Aériennes Interalliées (H. Q. A. A. F. C. E.). II. Chauffage des bâtiments. Chaud-Froid, Fr. (oct. 1952), n° 70, p. 31, 33, 35, 37, 39, 41, 24 fig. — Exposé des motifs du choix du mode de chauffage. Chauffage par le sol pour la majorité des pièces, par le plafond pour les pièces d'eau et pour les cuisines. Conditionnement d'air pour les locaux et bâtiments à occupation spéciale (sans fenêtres). Chauffage traditionnel à radiateurs pour les magasins et autres locaux secondaires. Panneaux métalliques radiants au plafond pour les bâtiments à caractère industriel et pour les garages. Détail des réalisations techniques. Considérations sur l'exécution des travaux. E. 22385. CDU 697.353.

178-62. Installation du chauffage central individuel dans les locaux d'habitation de petite et moyenne importance. I. GRANTE; Chal. Industr., Fr. (sep. 1952), n° 326, p. 319-328, 3 fig. — Justification de la solution du chauffage à eau chaude par circulation naturelle à thermosiphon. Facteurs qui influent sur le prix de revient : coût de premier établissement, prix de revient de l'exploitation. Chaufferie, combustible; transport de chaleur, distribution, émission de chaleur. Principe de la méthode de calcul d'une installation. Dispositions de la chaufferie. E. 22708.

CDU 697.4.

179-62. Des modifications aux tuyauteries peuvent réaliser des économies (How piping changes pay). BAKER (C. T.); Heat. Pip. Air Condition., U. S. A. (oct. 1952), vol. 24, n° 10, p. 92-94, 2 fig. — Utilité des calorifuges. Influence des fuites aux soupapes. Perte de vapeur vive au chauffage de l'eau d'alimentation. Pertes par les condensats chauds. E. 22694.

CDU 697 : 621.6.

180-62. Protection cathodique contre la corrosion (Cathodic protection). HIRSHFELD (J. F.); Heat. Pip. Air Condition., U. S. A. (oct. 1952), vol. 24, n° 10, p. 104-109, 12 fig., 8 réf. bibl. E. 22694.

CDU 697 : 621.6 : 620.19 : 699.8.

181-62. Groupement de radiateurs destinés au chauffage à haute et à basse pression pour leur emploi dans le chauffage à eau chaude à haute température et à vapeur à haute pression (Hoch- und Niederdruck-Gliederheizkörper für Heisswasser und Hochdruck-Dampf). ZIMMERMANN (W.); Heiz. Lüft. Haustech., All. (mars 1952), vol. 3, n° 2, p. 49-51, 16 fig. E. 22822.

CDU 697.4 : 697.356.

182-62. Principes directeurs pour le réglage du chauffage par la vapeur à basse pression (Leitsätze für regelbare Niederdruckdampfheizungen). MACK (K.); Heiz-Luft-Haustech., All. (juil. 1951), vol. 2, n° 4, p. 127-128, 1 fig., 2 réf. bibl. E. 22817.

CDU 697.53.

183-62. Le congrès international du chauffage industriel. Paris, octobre 1952. Communications et techniques intéressant le chauffage domestique. I. II. (fin). Bâtiment, Fr. (11 oct. 1952), n° 41, p. 9-10; (1^{er} nov. 1952), n° 44, p. 11. E. 22323, 22618.

CDU 697.124 (061.3).

184-62. Dégradations causées aux conduites de chauffage à distance (Schäden an Fernheizleitungen). SIMON (W.); Heiz-Luft-Haustech., All. (sep. 1951), vol. 2, n° 5, p. 149-155; 10 fig., 1 réf. bibl. — Ces conduites sont onéreuses d'installation et aussi d'entretien. L'article traite des causes, de la réparation et de la suppression des dégradations. E. 22818.

CDU 697.34 : 621.6 : 699.8.

185-62. Calcul des besoins domestiques en eau chaude pour les hôpitaux (Calculating the domestic load of hot water for hospitals). CHURCH (J. C.); Heat. Ventil., U. S. A. (oct. 1952), vol. 49, n° 10, p. 97-99, 2 fig. Quantités et températures de l'eau nécessaire pour les divers appareils. E. 22485.

CDU 697.6 : 725.51.

186-62. Distribution d'eau chaude. IX (Hot water supply). HUTTON (W.), DILLON (W. M.); Plumb. Heat. J., U. S. A. (oct. 1952), vol. 124, n° 1, p. 62-63, 4 fig. — Chap. xx : L'emplacement des soupapes de sûreté est important pour assurer une protection efficace. Des exemples indiquent l'emplacement à choisir dans les divers cas : avec thermostats, sur les réchauffeurs suivant que l'alimentation en eau froide se fait au sommet ou à la base. Cas des soupapes de sûreté sur les circuits de pompe d'eau. Soupapes à vide. E. 22487.

CDU 697.6.

Dic in Réfrigération.

187-62. I. Réfrigération : Machines frigorifiques modernes. BILLARDON (R.); Ann. I. T. B. T. P., Fr. (oct. 1952), n° 58 (Équipement technique, XXIX), p. 1067-1081, 13 fig.

II. Problèmes économiques du chauffage central : a) Répartition des charges de construction et d'entretien. FICHARD (M.); p. 1082-1084, 1 fig.; b) Répartition des charges de chauffage et comptage des calories. FISCH (R.); p. 1085-1090, 8 fig. (résumés anglais). — I. Étude des améliorations apportées aux machines frigorifiques grâce à l'utilisation des fréons, à l'emploi de turbo-compresseurs multicylindriques, à carter fermé tournant à 1 000-1 500 t/mn, à l'utilisation de condenseurs à tirage forcé et à évaporateur d'eau, à l'amélioration du coefficient de transmission des évaporateurs, à la mise au point de petites machines (pour les blocs-conditionneurs), au chauffage thermo-dynamique. Détails de l'installation de la Banque de France. — II : a) Possibilité d'extension du bénéfice du chauffage central à une clientèle étendue. Exemples d'installations améliorées à prix d'exploitation réduit. Influence néfaste de la législation des loyers sur la modernisation. b) Modes divers d'évaluation des charges de chauffage. Avantages et inconvénients de ces méthodes. Utilité et équité d'adopter des prix différents suivant l'emploi fait par diverses catégories d'usagers de façon à tenir compte, non seulement de la quantité de chaleur fournie, mais aussi de la nature du service rendu. E. 22699.

CDU 621.56.

188-62. Refroidissement de l'eau au-dessous de la température de point de rosée de l'air ambiant au moyen d'une tour de refroidissement (Cooling of water below wet-bulb temperature of ambient air by cooling tower). AGNON (S.), CHIA-YUNG YOUNG; Heat Pip. Air Condition., U. S. A. (oct. 1952), vol. 24, n° 10, p. 139-142, 6 fig., 2 réf. bibl. E. 22694.

CDU 621.175.3.

Dic n Ventilation.
Séchage.

189-62. Refroidissement par évaporation sur un toit de maison d'habitation (Evaporative cooling of a residential roof). BACON (R. A.), LONG (W. E.); Heat. Ventil., U. S. A. (nov. 1952), vol. 49, n° 11, p. 79-82, 10 fig. — Comptes rendus d'essais sur l'aspersion d'un toit par des projections d'eau pour provoquer le refroidissement de l'habitation. E. 22994.

CDU 697.9.

190-62. Dispositifs de refroidissement à absorption, chauffés au gaz pour le conditionnement d'air (Gas fired absorption systems for air conditioning). NYE (L. B., Jr.); Heat. Ventil., U. S. A. (oct. 1952), vol. 49, n° 10, p. 107. — Sécurité, durée, faible entretien, absence de vibrations, souplesse de fonctionnement, faible coût d'exploitation. E. 22485.

CDU 697.974.

191-62. Étude comparative des divers matériaux employés pour la construction des conduites de ventilation et de conditionnement d'air (Studio comparativo dei diversi materiali impiegati per la costruzione dei condotti di ventilazione e condizionamento dell'aria). Installatore ital., Ital. (sep. 1952), n° 9, p. 273-275, 1 fig. — Synthèse des rapports présentés aux Journées Techniques de Chauffage et Ventilation de Bruxelles. E. 22835.

CDU 697.9 : 621.6.

192-62. Nouveau système de conditionnement d'air à haute pression. I II. III (fin) (Nuevo sistema de aire acondicionado de alta presión). LIX KLETT (L.); Ingeniería, Argent. (juil. 1951), n° 913, p. 219-237, 7 fig.; (août 1951), n° 914, p. 264-286, 25 fig.; (sep. 1951), n° 915, p. 331-348, 18 fig. — Motifs qui ont conduit à la création du système « Weathermaster », variation de la charge thermique, possibilité d'assurer simultanément le chauffage et le refroidissement dans des appartements orientés de façons différentes, meilleur conditionnement du dernier étage, solution pour le réglage individuel, condition-

nement d'air dans les saisons intermédiaires. Étude des charges thermiques dans une habitation et de ses variations selon son orientation. Description du système « Weathermaster » caractérisé par son circuit de tuyauteries. Distribution de l'air primaire. Schéma des tuyauteries de distribution d'eau. Installations de réfrigération. Cycle de fonctionnement de Weathermaster. Installations complètes réalisées. E. 18376, 18433. 18895.

CDU 697.9 : 621.5.

193-62. Notions théoriques simples sur la conservation des grains par ventilation forcée. *Etudes, Trav., Centre Rech. Expériment. Génie Rural* (Minist. Agricult.), Fr. (juil. 1952), Étude n° 82, 24 p., 28 fig. — L'étude ci-après présente un intérêt pour la construction des silos. L'influence de l'humidité, de la température et de l'aération sur la conservation des grains. Propriétés physiques du grain : conductibilité, chaleur spécifique, diffusibilité thermique; perte de charge dans une masse de grains. Hygroscopicité, taux d'humidité d'un grain, équation des courbes d'équilibre hygro-métrique, effet de la température. Sens des échanges d'eau d'une petite portion du grain avec une atmosphère de caractéristiques données, ventilation froide, ventilation chaude. Extension au cas réel d'une masse importante de grains traitée par ventilation forcée. Vitesse critique et épaisseur de grain critique. Courants de convection dans un grand silo. Réfrigération en ventilation forcée. E. 22453.

CDU 697.9 : 725.36.

194-62. La pratique des installations de ventilation et leurs applications domestiques et industrielles. XXIV. Le conditionnement de l'air. CHASSEREAU (R.), PIUMATTI (E.); *Chaud-Froid*, Fr. (nov. 1952), n° 71, p. 21, 23, 25, 27, 29, 13 fig. — Rappel des règles de base. Distribution de l'air dans les locaux à conditionner. Exemples types. Schémas de principe. Le conditionnement d'air industriel. E. 22921.

CDU 697.9.

195-62. Comment parer aux risques d'oxyde de carbone provenant de sources multiples (Control of a multiple source hazard of carbon monoxide). REICHENBACH (G. S., Jr.), BRANDT (A. D.); *Heat. Ventil.*, U. S. A. (oct. 1952), vol. 49, n° 10, p. 94-96, 4 fig. — Dans l'exemple considéré, l'évacuation locale de l'oxyde de carbone n'était pas possible. On a résolu le problème par une ventilation générale énergique des niveaux inférieurs des ateliers et par une méthode ingénieuse d'alimentation continue en air extérieur pour les cabines des ponts roulants. E. 22485.

CDU 697.9 : 725.4.

196-62. La ventilation des cinémas à Sierra Leone (The ventilation of cinemas in Sierra Leone). PEEL (C.); *J. Instn Heat. Ventil. Engrs*, G.-B. (nov. 1952), vol. 20, n° 207, p. 295-312, 20 fig., 3 réf. bibl. E. 22714.

CDU 697.9 : 725.823.4.

197-62. Recherches sur la ventilation à l'Ecole d'Hygiène et de Médecine tropicale de Londres (Research on ventilation at the London School of Hygiene and Tropical Medicine). ANGUS (T. C.); *J. Instn Heat. Ventil. Engrs*, G.-B. (nov. 1952), vol. 20, n° 207, p. 329-334, 3 fig. E. 22714.

CDU 697.9 : 727.5.

198-62. Les variations de pression dans les habitations sous l'influence du vent et la sensibilité des pièces à l'aération (Die Druckverhältnisse in Häusern unter dem Einfluss des Windes und die Lüftungsempfindlichkeit von Räumen). KRISCHER (O.); *Heiz-Luft-Haustech.*, All. (mars 1951), vol. 2, n° 2, p. 37-42, 14 fig. E. 22816.

CDU 697.9 : 392.3 : 728.

199-62. L'aération des salles de réunion, théâtres et cinémas (Die Lüftung von Versammlungsräumen, Theatern und Lichtspielhäusern). WIETFIELD (W.); *Heiz-Luft-Haustech.*, All. (sep. 1951), vol. 2, n° 5, p. 157-160, 5 fig., 1 réf. bibl. E. 22818.

CDU 697.9 : 725.8.

200-62. La précipitation (des poussières) par l'électricité (Electrical precipitation). COSBY (W. T.); *Heat. Ventil. Engr*, G.-B. (nov. 1952), vol. 26, n° 305, p. 198-207, 7 fig., 14 réf. bibl. — E. 23006.

CDU 699.872.

201-62. Journées techniques de l'Union internationale des Associations d'Installateurs de Chauffage, Ventilation et Conditionnement d'air. Bruxelles, 4-5 juin 1952. *Equip. tech.*, Fr. (sep. 1952), n° 57, p. 5, 7, 1 fig. — Différents matériaux utilisés pour les gaines de ventilation, avantages constatés au point de vue de la rapidité d'exécution, facilité de mise en place, solidité de l'insonorisation, coefficients K, prix de revient comparés. Rapport déposé par le Comité scientifique et technique du Chauffage et de la Ventilation de France : Gaines en acier, gaines en aluminium et en alliages légers, gaines en maçonnerie (briques, béton), planches de plâtre, amiant-ciment, panneaux de fibre à liants organiques, liège, matières plastiques, toile armée, fibragglos. E. 22397.

CDU 697.922 (061.3).

Did ÉCLAIRAGE

202-62. Calcul de l'éclairage artificiel des locaux intérieurs (Calcolo dell'illuminazione artificiale degli ambienti chiusi). BARRA CARACIOLO (F.); *Ingegnere*, Ital. (oct. 1952), n° 10, p. 1163-1169, 12 fig., 16 réf. bibl. (résumés français et anglais). — Système d'équations linéaires pour la détermination de l'éclairage des locaux et des graphiques de calcul de l'éclairage au sol ou au plan de travail. E. 22531.

CDU 696.93.

Dif PROTECTION CONTRE LES DÉSORDRES ET ACCIDENTS

Dif j Protection
contre le bruit
et les vibrations.

203-62. Physique et technique du bruit. MOLES (A.); Éd.: Dunod, Paris (1952), 1 vol., XII + 156 p., 131 fig., 27 réf. bibl. — Voir analyse détaillée de B-751 au chap. III « Bibliographie ». — E. 22826.

CDU 534.84 : 699.84 (02).

204-62. Isolement sonore dans le bâtiment. Contribution à l'étude du comportement acoustique des planchers et revêtements de sol. PILON (J.-M.); *Cah. C. S. T. B.*, Fr. n° 16 (Cah. 152), 15 p., 23 fig. (résumé anglais). — Influence des éléments portants, des plafonds, des revêtements de sol et des couches d'isolation, sur le comportement final de leur assemblage. E. 22980.

CDU 699.844 : 690.25.

Dif l Protection
contre l'incendie.

205-62. Protections légères contre l'incendie pour les charpentes en acier (Lightweight fire-proofing for steel framing). *Engng News-Rec.*, U. S. A. (6 nov. 1952), vol. 149, n° 19, p. 34-36, 39, 21 fig. E. 22975.

CDU 699.81 : 614.84 : 693.97.

206-62. Sécurité incendie dans le bâtiment. Réalisations architecturales en Italie. TOSI (A.) (traduit par J. P. FACKLER); *Cah. C. S. T. B.*, Fr. (1952), n° 16 (Cah. 151), 24 p., 50 fig. — Mesures de prévention contre l'incendie appliquées aux bâtiments de grande hauteur dans la ville de Milan. E. 22980.

CDU 699.81 : 614.84 : 728.2.

207-62. Essais de résistance au feu de dalles et de cloisons en gunité (Fire tests of gunité slabs and partitions). MITCHELL (N. D.); *U. S. Dpt Commerce* (Nation. Bur. Stand.), U. S. A.

(12 mai 1952), *Build. Mater. Struct. Report* 131, 11 p., 13 fig. E. 22793.

CDU 699.81 : 614.843 : 693.625.

208-62. Essais de résistance des fenêtres à l'incendie (Brandförsök med fönster). LARSSON (G.); *Stat. Provinningsanstalt*, Suède (1952), Meddel. 108, en suédois : p. 1-19, en anglais : p. 20-22, 12 fig. — Compte rendu d'essais effectués sur des fenêtres comportant du verre renforcé par un treillis métallique (wire glass) et des baies garnies de blocs de verre pour béton translucide. E. 22626.

CDU 699.81 : 614.84 : 690.28.

Dig 1 CANALISATIONS

209-62. Calcul des vitesses dans des systèmes industriels d'évacuation (Design velocity in industrial exhaust systems). STERN (A. C.); *Heat. Ventil.*, U. S. A. (oct. 1952), vol. 49, n° 10, p. 112-116, 5 fig., 1 réf. bibl. — Recherche de la vitesse la plus économique. E. 22485.

CDU 621.6 : 532.5.

210-62. Progrès dans le calcul et l'exécution des conduites tubulaires en béton ordinaire et en béton armé. I. II (Fortschritte bei der Bemessung und Bauausführung von Beton- und Stahlbetonrohrleitungen). MARQUARDT (E.); *Bauwirtschaft*, All. (1^{er} nov. 1952), n° 44, p. 1027-1030, 9 fig.; (8 nov. 1952), n° 45, p. 1051-1056, 4 fig., 1 réf. bibl. — Charge des canalisations enterrées. Pose des canalisations en fossés. Pose sur sable, sur béton; lignes de pression autour des conduites. E. 22706.

CDU 621.6 : 693.54.

Dig m RÉSERVOIRS SILOS

211-62. Installation des réservoirs à mazout. VOILLAT (L.); *Chaud-Froid*, Fr. (nov. 1952), n° 71, p. 31, 33, 35, 2 fig. — Réservoirs métalliques en soute : soute, dimensions, dispositions adoptées pour la sécurité contre l'incendie. Réservoirs : caractéristiques techniques, ancrage, jaugeage. Réservoirs métalliques enterrés : caractéristiques techniques, jaugeage, protection contre l'oxydation, ancrage. E. 22921.

CDU 624.95 : 662.75.

212-62. Réalisation des états de coaction dans un réservoir sphérique (Realizzazione degli stati di coazione in un serbatoio sferico). LEVI (F.), CASTIGLIA (C.); *Costr. metall.*, Ital. (jan.-fév. 1952), n° 1, p. 10-15, 6 fig., 3 réf. bibl. — Compte rendu d'essais effectués sur un réservoir sphérique muni à l'intérieur d'armatures articulées (brevet Colonnetti). Description de l'outillage et des procédés de mise sous tension des tirants. La comparaison des déformations théoriques avec les déformations réelles, a donné des résultats satisfaisants. E. 19795.

CDU 621.642 : 693.97.

Dod MATÉRIEL ET OUTILLAGE

213-62. Le matériel français de préparation mécanique des matériaux. Éd.: Syndicat. Ind. Equip. N. T.-P. S., Paris (1952), 1 vol., 99 p., nombr. fig. (en français, en anglais et en espagnol). — Voir analyse détaillée B-754 au chap. III « Bibliographie ». — E. 22890.

CDU 621 : 725.4 : 691 (02).

214-62. Le matériel de travaux publics à la Foire de Paris. II. III. (fin). MOREL (H.); *Tech. mod., Constr.*, Fr. (août 1952), t. 7, n° 8, p. 251-255, 11 fig.; (oct. 1952), n° 10, p. 316-320, 12 fig., 1 réf. bibl. — Description de matériels divers : chargeurs, tracteurs, vibrateurs, excavateurs, mélangeurs-malaxeurs, compres-

seurs, matériels de coffrage et d'étaiyage, outils à air comprimé, etc. E. 21760. 22529.

CDU 621.

215-62. A l'Exposition des Travaux Publics de Londres. *Bâtiment*, Fr. (22 nov. 1952), n° 47, p. 12. — Énumération et description sommaire du matériel exposé. E. 22955.

CDU 621.7/8 : 727.6.

216-62. Remise en état de la fixation de la voie pour pont roulant sur des constructions en béton armé pour des charges particulièrement lourdes (Wiederinstandsetzung der Befestigung von Kranbahnschienen auf Stahlbeton-

konstruktionen für besonders schwere Lasten). OTT (K.); *Beton-Stahlbetonbau*, All. (nov. 1952), n° 11, p. 266-268, 11 fig. E. 22861.

CDU 621.874 : 690.593.

217-62. Grue flottante peu commune à commande électrique (Drijvende elektrische kraan voor de Steenkolen-Handelsvereniging N. V. te Amsterdam). VALSTAR (D.); *Ingenieur*, Pays-Bas (7 nov. 1952), n° 45, p. W.93-W.99, 9 fig. (résumé anglais). — Elle est établie sur deux pontons reliés élastiquement. E. 22761.

CDU 621.874.

218-62. Une révolution dans la technique du

serrage des écrous et des boulons. La clé « Sur-pans ». FONTANIEU (A.); *Chaud-Froid*, Fr. (oct. 1952), n° 70, p. 61-63, 9 fig. E. 22385.

CDU 621.9 : 621.882.

219-62. Les explosifs dans la construction. Carrières, galeries, tunnels (Explosivos en la construcción. Canteras, galerías, túneles). CEBRIAN (J. P.); Éd. : Inst. tec. Constr. Cemento, Madrid, Esp. (avr. 1951), 1 vol., 202 p., 138 fig., 1 fig. h. t. (résumés français et anglais h. t.). — Voir analyse détaillée B-761 au chap. III « Bibliographie ». E. 20501.

CDU 624.13 : 662.2 (02).

F. — LES OUVRAGES

220-62. Le développement continu du mode de construction en éléments préfabriqués de béton armé (Die fortschreitende Entwicklung der Stahlbetonfertigteile-Bauweise). LEWICKI (E.). *Bauplan.-Bautech.*, All. (oct. 1952), n° 13, p. 449-457, 26 fig., 6 réf. bibl. — Poutres et blocs. Exemples d'usines récemment construites, avec détails. Considérations économiques. Normalisation. E. 22670.

CDU 690.2 : 693.55 : 693.057.1.

Fac ÉLÉMENTS PORTEURS

Fac j Ossatures. Piliers, Colonnes.

221-62. Essai expérimental sur un pylône pour conducteurs électriques constitué par des éléments tubulaires en acier remplis de béton (Prova sperimentale su un sostegno per elettrodotto ad elementi tubolari d'acciaio riempiti di calcestruzzo). RACUGNO (G.); *Atti Rass. Tec.*, Ital. (fév. 1952), n° 2, p. 54-57, 6 fig. E. 20681.

CDU 690.237.52 : 621.311.

222-62. La construction, l'utilisation et l'entretien des conduits de fumée. II. MOULY (R.). *Bâtiment. Chemin Fer*, Fr. (1952), n° 10, p. 51-59, 11 fig. E. 23040.

CDU 697.81 : 690.591.

223-62. L'échauffement des panneaux par les conduits de fumée (The heating of panels, by fine pipes). LAWSON (D. I.), FOX (L. L.) WEBSTER (C. T.); *Fire Protect. Ass.*, G.-B. (1952), Tech. Booklet n° 13, 18 p., 13 fig. — Risques d'incendie. E. 22962.

CDU 697.81 : 699.81.

224-62. Mesure des contraintes dans les ossatures. IV. (The measurement of stresses in framed structures). HAWKES (J. M.), FEALD-MAN (H.); *Civ. Engng*, G.-B. (nov. 1952), vol. 47, n° 557, p. 933-936, 6 fig., 18 réf. bibl. E. 22889.

CDU 693.97 : 620.1.

Fac l Poutres. Dalles. Planchers.

225-62. Détermination du moment d'encastrement. TOTH (I.); *Tech. mod., Constr.*, Fr. (oct. 1952), t. 7, n° 10, p. 320-321, 3 fig., 1 réf. bibl. — Formule générale du moment d'encastrement d'une poutre encastrée à un bout et partiellement encastrée à l'autre. Tableau de valeurs des termes de la formule pour le cas de charges concentrées et divers cas de charges réparties sous différentes lois. E. 22529.

CDU 690.237.22 : 518.5.

226-62. Effet de l'armature travaillant à la compression sur le fluage plastique des poutres en béton armé (Effect of compressive reinforcement on the plastic flow of reinforced concrete beams). WASHA (G. W.), FLUCK (P. G.); *J. A. C. I.*, U. S. A. (oct. 1952), vol. 24, n° 2,

p. 89-108, 19 fig., 4 réf. bibl. — Résultats d'essais prolongés pendant deux ans et demi sur des poutres en béton armé comportant différentes quantités de barres d'armature travaillant à la traction et à la compression. D'une façon générale, la présence de barres travaillant à la compression réduit, dans de grandes proportions, l'écoulement plastique des poutres en béton armé à appui simple. E. 22752.

CDU 690.237.22 : 691.328 : 691.71.

227-62. Recherche sur le comportement d'une poutre à âme pleine rivée sous l'effet de la charge (An investigation of the behaviour of a riveted plate girder under load). MACKAY (S.), BROTON (D. M.); *Struct. Engr.*, G.-B. (nov. 1952), vol. 30, n° 11, p. 273-278, 2 fig. — (Discussion de l'article paru dans « *Struct. Engr.* », avr. 1952, et dont l'analyse a été faite dans notre DT. n° 134-56.) Différents spécialistes présentent leurs observations relatives au flambage latéral et diagonal, sur le fléchissement, sur les contraintes développées dans les ailes, sur le rôle des raidisseurs et cornières de renfort, etc... Réponse de S. Mackay. E. 22766.

CDU 690.237.22 : 518.5.

228-62. Nomogramme pour le calcul direct des poutres en béton (Chart for direct concrete beam design). *Engng News-Rec.*, U. S. A. (6 nov. 1952), vol. 149, n° 19, p. 45, 2 fig. E. 22975.

CDU 690.237.22 : 518.3.

229-62. Le calcul des poutres composées en acier (Das Berechnen von Stahlverbundträgern). NEUMANN (A.); *Bauplan. Bautech.*, All. (oct. 1952), n° 13, p. 465-471, 13 fig., 7 réf. bibl. E. 22670.

CDU 693.9 : 691.71 : 518.5.

230-62. Poutres dont les ailes sont sollicitées transversalement (Beanspruchung querbelasteter Trägerflansche). KLÖPPEL (K.), KUO-HAO LIE; *Stahlbau*, All. (nov. 1952), n° 11, p. 201-206, 13 fig., 5 réf. bibl. — Étude théorique et comptes rendus d'essais. E. 22856.

CDU 690.237.22.518.5.620.1.

231-62. Une propriété caractéristique de la charge critique (Una proprietà caratteristica del carico critico). BELLUZZI (O.); *Atti Rass. tec.*, Ital. (oct. 1952), n° 10, p. 301-305, 4 fig., 5 réf. bibl. — Relation extrêmement simple entre les moments fléchissants dans une poutre appuyée et sollicitée de diverses façons et sa charge critique. Elle permet d'évaluer avec une bonne approximation et parfois exactement les moments fléchissants provoqués par des charges normales ou des charges axiales. E. 23020.

CDU 690.46 : 693.97.

232-62. Planchers en béton soumis à des conditions sévères de service (Heavy duty concrete floors). ECKERT (E. E.); *J. A. C. I.*, U. S. A. (oct. 1952), vol. 24, n° 2, p. 109-116, 8 fig. — Conseils pour les méthodes de mélange, de mise en place, de finition et de durcissement du béton destiné aux planchers ayant à assurer

un service pénible. Importance du contrôle des ingrédients utilisés, eau de mélange, aggrégat. Précautions spéciales permettant d'éviter les avaries. Cas des ouvrages neufs, cas des réparations. E. 22752.

CDU 690.25 : 693.54.

233-62. Plancher gaufré en béton moulé sur des formes en matière plastique (Concrete waffle formed with plastic pans). *Engng News-Rec.*, U. S. A. (2 oct. 1952), vol. 149, n° 14, p. 39-40, 3 fig. — Le plancher est constitué par une dalle nervurée dans les deux directions de 22,5 × 19,5 m, hauteur des nervures : 25 cm, qui a été coulée au sol en utilisant des formes en matière plastique posées côte à côte sur le sol. La dalle continue a 5 cm d'épaisseur et elle est renforcée autour des poteaux supports. La dalle nervurée dont le poids est de 200 t a été levée par les procédés ordinaires. Les formes, au nombre de mille cent, ont ensuite été retirées sans difficulté en faisant levier d'un côté et en les chassant par l'air comprimé. E. 22491.

CDU 690.25 : 693.54 : 690.022.

234-62. Recherches sur les revêtements de planchers effectués sur une section expérimentale de route (Untersuchung von Fussbodenbelägen auf einer Versuchsstrecke). GAEDE (K.), SCHREIBER; *Bauwirtschaft*, All. (26 nov. 1952), n° 47-48, p. 1106-1110, 12 fig., 1 réf. bibl. — Liste des sept revêtements soumis aux essais. Exécution des essais. Mesures de l'usure par divers procédés. Interprétation des résultats. Comportement, fabrication, pose, entretien, avantages économiques. E. 23037.

CDU 690.25 : 693.6 : 620.1.

235-62. L'Allemagne fabrique maintenant des revêtements de planchers « Floorbest » (Deutschland produziert jetzt Floorbest-Fussbodenplatten). HAUSCHULZ (B.); *Bauwirtschaft*, All. (26 nov. 1952), n° 47-48, p. 1116-1117, 6 fig. E. 23037.

CDU 690.25 : 693.6.

236-62. Parquets. Cahier des prescriptions techniques générales applicables aux travaux de parquets. *Cah. C. S. T. B.*, Fr., n° 16 (Cah. 153), 14 p., 1 fig. (résumé anglais). — Caractéristiques auxquelles doivent répondre les matériaux utilisés; mise en œuvre; conditions de contrôle et d'essais des matériaux et de réception des ouvrages. E. 22980.

CDU 690.25 : 690.013.

Fac m Toitures. Voûtes. Dômes. Coupôles. Arcs. Escaliers.

237-62. L'escalier en bois. LEROUX (R.); *Menuisier Fr.*, Fr. (nov. 1952), n° 59, p. 7-8, 4 fig. E. 22768.

CDU 690.26 : 694.1.

238-62. Comparaison entre le prix des charpentes et celui d'un mur de refend prolongé. GAZEL (R.); *Bâtir*, Fr. (oct. 1952), n° 25, p. 8-11, 14 fig. E. 22934.

CDU 690.24 : 690.224 : 690.031.

239-62. Surélévation d'une toiture (Raisin' the roof). U. S. Navy, Civ. Engr Corps, Bull., U. S. A. (nov. 1952), vol. 6, n° 11, p. 308-309, 4 fig. — En 3 semaines et demie, une toiture de 244 × 23 m, d'une ancienne usine d'aluminium, a été surélevée de 2,90 m, les installations électriques ont été transformées, un nouveau plancher a été installé ainsi que les machines, et le nouvel atelier de montage des avions de la Marine Américaine est entré en service (à Torrance, Californie). E. 23051. CDU 725.4 : 690.59.

240-62. Une nouveauté dans la charpente : arches obliques en béton pour supporter une toiture en acier (Something new in framing : oblique concrete arches to carry steel catenary roof). Engng News-Rec., U. S. A. (2 oct. 1952), vol. 149, n° 14, p. 33, 2 fig. E. 22491. CDU 725.8 : 693.55.

241-62. Nouveau type de charpente en treillis soudée [Neuartige geschweisste Fachwerkkonstruktionen (DPA)]. HACKER (H.); Stahlbau, All. (nov. 1952), n° 11, p. 219-220, 7 fig. E. 22856. CDU 690.248 : 693.97.

242-62. Applications récentes de la construction en voûtes minces en Grande-Bretagne (Recent applications of shell construction in Great Britain). HAJNAL (K.); Ingenieur, Pays-Bas (7 nov. 1952), n° 45, p. Bt.64-Bt.70, 20 fig. — Exemples caractéristiques de voûtes longues et de voûtes courtes. E. 22761. CDU 690.244 : 693.55.

243-62. Formule d'application directe pour les arcs circulaires non articulés (Gebrauchsfertige Formeln für den gelenklosen Kreisbogen). ZIESEMER (H.); Beton-Stahlbetonbau, All. (nov. 1952), n° 11, p. 259-263, 14 fig., 1 réf. bibl. E. 22861. CDU 690.236 : 518.5.

Fad ÉLÉMENTS NON PORTEURS

Fad I Menuiseries.

244-62. L'infiltration de l'air à travers certains types de fenêtres (De luchtdoorlaat door enkele raamtypen). VAN GUNST (E.), DEN OUDEN (H. Ph. L.); Gezondheidsorganisatie T. N. O., Pays-Bas (août 1952), Medel. n° 56, 66 p., nombr. fig. E. 22836. CDU 690.282 : 699.82.

Feb HABITATIONS

Feb j Pièces d'habitation.

245-62. Installations modernes de buanderies (Neuzeitliche Wascheinrichtungen für Hausfrauen). MENERINGHAUSEN (I.); Heiz-Luft-Haustech., All. (sep. 1951), vol. 2, n° 5, p. 161-163, 6 fig., 1 réf. bibl. E. 22818. CDU 643.4 : 728.

Feb l Habitations individuelles.

246-62. Maisons à roulettes, ou « l'art de percer sans démolir ». VACHER (G.); Bâtir, Fr. (oct. 1952), n° 25, p. 12-15, 7 fig. — Travaux de déplacement sur rails d'un pavillon à Châtillon-sous-Bagneux. E. 22934. CDU 728.3 : 690.595.

247-62. Maison d'enfants à Zurich-Erlikon (Kinderheim in Zürich-Erlikon). Schweiz. Bauztg, Suisse (22 nov. 1952), n° 47, p. 668-671, 13 fig., 4 fig. h. t. E. 22947. CDU 727.1 : 728.3.

248-62. Habitation de vacances en éléments en bois normalisés (Ferienhaus aus hölzernen Normteilen). BURRI (O.); Schweiz. Bauztg,

Suisse (8 nov. 1952), n° 45, p. 645-647, 15 fig. — Petite habitation d'une seule pièce pentagonale, en panneaux de bois, pouvant être aménagée en chambre, en bureau, en cuisine, en salle de douche, en magasin, en kiosque, etc. Détails de fabrication. Exemple d'un groupement de six maisonnettes. E. 22757. CDU 728.3 : 694.1.

249-62. Construction de logements ouvriers en Moselle. DEBELVALET (J.); Cah. C. S. T. B., Fr. (1952), n° 16 (Cah. 149), 21 p., 57 fig. E. 22980. CDU 728.3 : 331.

Feb mo Immeubles de rapport.

250-62. Un grand immeuble moderne. Glaces, Verres, Fr. (oct. 1952), n° 122, p. 2-6, 9 fig. — Utilisation du verre dans un grand immeuble de neuf étages : portes, miroirs, cloisons, balustrades d'escaliers, etc... E. 22666. CDU 728.2 : 691.6.

251-62. Maisons d'habitation à étages multiples à Copenhague (Point houses bellahøj, Copenhagen, Denmark). Architect, G.-B. (30 oct. 1952), vol. 202, n° 4376, p. 516-521, 14 fig. E. 22554. CDU 728.2.

252-62. Immeuble d'habitation à huit étages en éléments préfabriqués de béton armé (Ein achtgeschossiges Wohnhaus aus Stahlbeton-Fertigteilen). SCHULTZ (K. H.); Bauplan.-Bautech., All. (oct. 1952), n° 13, p. 458-459, 5 fig. E. 22670. CDU 728.2 : 693.55 : 693.057.1.

253-62. Immeubles d'habitation de grande hauteur à ossature en béton armé (Wohnhochhäuser als Stahlbeton-Skelettbauten). JANDT (R.); Beton-Stahlbetonbau, All. (nov. 1952), n° 11, p. 257-258, 3 fig., 3 réf. bibl. E. 22861. CDU 728.2 : 693.95.

254-62. La reconstruction du Havre. Une expérience d'application de procédés économiques à la construction d'immeubles collectifs. CASTAINGS (A.); C. I. L., Fr. (oct. 1952), n° 46, p. 6-8, 5 fig. — Construction d'immeubles à quatre étages avec logements de trois ou quatre pièces. Particularités de la distribution. Murs de refend et pignons en béton banché. Façades en éléments préfabriqués de la hauteur de l'étage, planchers préfabriqués, toiture-terrasse. Mode de déroulement du chantier. Prix de revient. E. 22490. CDU 728.2 : 690.031.

Fec BATIMENTS CULTURELS

255-62. Constructions hospitalières. III. Cabinets médicaux, cliniques. Archit. fr., Fr. (1952), n° 127-128, p. 1-63, nombr. fig. E. 23046. CDU 725-51.

256-62. Éclairage des salles de classe. Une comparaison pratique (Classroom lighting : a practical comparison). BRADLEY (R. D.); Illum. Engng, U. S. A. (oct. 1952), vol. 47, n° 10, p. 540-544, 11 fig. — Comparaison entre sept dispositions de l'éclairage. E. 22754. CDU 696.93 : 727.1.

257-62. La salle méridienne de l'Observatoire de Paris. Tech. Trav., Fr. (nov.-déc. 1952), n° 11-12, p. 343-344, 5 fig. — Description d'une salle construite en alliage léger et à couverture parabolique dont une partie est coulissante. Bâtiments annexes de forme cubique dont l'un comporte une coupole tournante. Isolement en laine de verre. E. 22762. CDU 727.5 : 691.77.

258-62. Sol en béton pour courts de tennis (Pisos de hormigon para canchas de tenis). Cemento Portland, Argent. (juil. 1952), n° 26, p. 18-20, 4 fig., 1 réf. bibl. E. 22606. CDU 725.8 : 693.7.

Fed OUVRAGES D'UTILITÉ PUBLIQUE

Fed la Alimentation en eau.

259-62. Siphon de 850 m de longueur établi dans la portion initiale de l'aqueduc San Francisco (Argentine) (Sifon de 850 m de longitud construido en el tramo inicial del acueducto San Francisco). Rev. Obras Sanit. Nacion, Argent. (juil.-sep. 1951), t. 29, n° 142, p. 13-16, 1 fig. — Diamètre du siphon : 60 cm. On a prévu six motos-pompes à amorçage automatique de 116 m³/h chacune, sous refoulement de 7,7 m pour le cas d'interruption possible. Débit à l'origine : 0,16 m³/s. E. 19157. CDU 628.15.

260-62. Alimentation en eau de la ville de Bombay. I. (Bombay water supply). Engineer, G.-B. (31 oct. 1952), vol. 194, n° 5049, p. 570-571, 6 fig., 3 réf. bibl. — Plan général, tunnels, etc. E. 22620. CDU 628.15.

261-62. Alimentation en eau de la ville de Crawley (ville nouvelle en Angleterre) (Constructional work for Crawley's water supply). McINTOSH (A. J. W.); Muck Shifter, G.-B. (nov. 1952), vol. 10, n° 11, p. 503-510, 8 fig. — Tunnel et canal d'adduction. Réservoir de Pease Pottage, fermé en béton armé précontraint de 850 m³ de capacité. E. 22616. CDU 628.15 : 628.13 : 693.54.

Fed m Hygiène publique.

262-62. Les stations américaines d'épuration des eaux usées. I. GAULTIER; Tech. sanit. munic., Fr. (août-sep. 1952), n° 7, p. 166-170, 1 fig. — Compte rendu d'une mission de l'O. E. C. E. aux U. S. A. Considérations générales sur les questions d'assainissement aux U. S. A. Aspects politiques, coutumes de la population, état actuel de l'assainissement, volume et degré d'impureté des eaux d'égouts. Organisation des services d'hygiène publique et lois sur le contrôle de la pollution des eaux. Qualité du traitement, importance, normes d'épuration. E. 22524. CDU 628.3.

Fed n Génie rural. Irrigations.

263-62. Irrigation pour le riz en Louisiane (Rice irrigation in Louisiana). SHUTTS (E. E.); Proc. A. S. C. E. (Irrig. Div.), U. S. A. (oct. 1952), vol. 78, Separ. n° 156, 14 p., 9 fig., 1 réf. bibl. E. 22677. CDU 631.6.

Fib OUVRAGES INDUSTRIELS ET COMMERCIAUX

Fib je Industrie.

264-62. Le nouveau bâtiment des fours céramiques des usines Doulton et Co., à Whieldon (Angl.), en éléments de béton armé préfabriqués. CARTY (C.); Tech. Trav., Fr. (nov.-déc. 1952), n° 11-12, p. 345-350, 12 fig. — Bâtiment à ossature formée d'éléments de béton armé préfabriqués du système Lambda, reliés entre eux par des joints en dents de scie. Plancher intermédiaire en béton armé. Murs extérieurs creux en briques. Fondations sur pieux moulés dans le sol. E. 22762. CDU 725.4 : 693.55.

Fib n Production d'énergie. Barrages.

265-62. Groupes de stations centrales de la Suisse et du Nord de l'Italie (Schweizerische und norditalienische Kraftwerksgruppen). FROMHOLZER (J.); Wasserversch., All. (nov. 1952), n° 2, p. 39-46, 10 fig., 9 réf. bibl. E. 22919. CDU 627.8.

266-62. Quarante-cinq techniciens américains ont visité les aménagements hydroélectriques de l'Oued el Abid (Maroc). *J. Construire*, Fr. (31 oct. 1952), n° 642, p. 993-995, 3 fig. — Description et vues de ces aménagements. E. 22831. CDU 627.8.

267-62. Mise en place des bétons dans la construction des grands barrages. Grues sur câbles du barrage de Bin-el-Ouidane. GRAVELLE (J.); *Travaux*, Fr. (déc. 1952), n° 218, p. 557-563, 15 fig. E. 23016. CDU 627.8 : 691.328.

268-62. Choix du type de barrage (Eleccion del tipo de presa). DEL AGUILA RADA (A.); *Inst. tec. Constr. Cemento* (Cons. sup. Investig. ci.), Esp. (mars 1951), n° 110, 28 p., 17 fig. (résumés français et anglais). — Éléments importants de décision : propriétés de la base, forme de la vallée, crues maxima, matériaux disponibles, degré de sécurité. Le déversoir du barrage surtout sur un grand fleuve a aussi son importance. Barrages-poids; barrages-voûte en arc, cylindriques, à angle constant, barrages en terre. E. 20240. CDU 627.8.

269-62. Hydraulique française en Afrique du Nord et Proche-Orient. I. II. NOBLET (L.); *Eau*, Fr. (sep. 1952), n° 9, p. 153-156, 1 fig.; (oct. 1952), n° 10, p. 171-175, 5 fig. — I : En Algérie : construction de barrages-réservoirs. II : En Tunisie : Aménagement de la Medjerda. E. 22248, 22775. CDU 627.8.

270-62. Installation géante en Colombie Britannique. I. II. (fin) (Aluminum venture in British Columbia). RICE (H. R.); *Compr. Air Mag.*, U. S. A. (août 1952), vol. 57, n° 8, p. 214-220, 13 fig.; (sep. 1952), n° 9, p. 252-259, 15 fig. — L'Aluminum Co of Canada comporte une station hydroélectrique très puissante : barrage pour un vaste réservoir, tunnel de 16 km, conduite forcée de 790 m de chute, station centrale souterraine, lignes de distribution à très haute tension. Projet d'un autre barrage pour constituer un autre réservoir. E. 22737, 22738. CDU 627.8.

271-62. Les contraintes sur le parement amont des ouvrages transversaux de hauteur relativement grande (Tensioni sul paramento a monte delle alte briglie). LELLI (M.); *Ingegneria*, Ital. (oct. 1952), n° 10, p. 1171-1172, 2 fig., 1 réf. bibl. — Il s'agit des ouvrages destinés à la régulation des torrents. E. 22531. CDU 627.8 : 518.5.

272-62. Travaux d'extension du canal d'irrigation du Verdon dans le département des Bouches-du-Rhône. Le barrage de Bimont. I. REYNAUD (M.), AVENIAU (R.); *Travaux*, Fr. (déc. 1952), n° 218, p. 539-543, 6 fig. — E. 23016. CDU 627.8 : 626.1 : 631.6.

273-62. Donzère-Mondragon. Bâtir. Fr. (oct. 1952), n° 25, p. 4-7, 8 fig. E. 22934. CDU 627.8.

274-62. Discussion du mémoire sur le traitement final des fondations du barrage de Hoover (Discussion of final foundation treatment at Hoover dam). HAYS (J. B.), MINER (V. L.), STEELE (B. W.), MCALPINE (W. H.), LIPPOLD (F. H.), BOGCESS (O. E.), CAMBEFORT (H.), SIMONDS (A. W.); *Proc. A. S. C. E.* (Soil Mech. Foundations Div.), U. S. A. (oct. 1952), vol. 78, Separ. n° D-109, 13 p., 4 réf. bibl. (Discussion du mémoire publié en déc. 1951). E. 22678. CDU 627.8 : 624.15.

275-62. Le barrage de Tignes dans les Alpes françaises, construit avec du matériel américain (Tignes dam in French Alps constructed with American equipment). MONTAGNE (P. A.); *Civ. Engng.*, U. S. A. (nov. 1952), vol. 22, n° 11, p. 25-28; 9 fig. E. 22979. CDU 727.8 : 621.7/8.

276-62. Des tétraèdres de Génissiat aux « tétrapodes » de Casablanca (De los tetraedros de Genissiat a los tetrapodos de Casablanca). *Inform. Constr.* (Inst. tec. Constr. Cemento), Esp. (oct. 1952), n° 44, p. 553.4/1, 3 fig. (tiré de : « Houille Blanche »). E. 22873. CDU 627.8 : 627.3.

277-62. Discussion de l'exposé de M. Lewin sur les centrales souterraines. WESTERBERG; *Monde souterr.*, Fr. (juil.-oct. 1952), n° 72-73, p. 803-805, 6 fig. (Exposé paru dans notre D. T. 59 sous le n° 266-59). E. 22992. CDU 627.8 : 690.354.

278-62. L'équipement hydro-mécanique de la centrale d'Ottmarsheim. I. HIRSCHY (J.), LIEBER (J. H.), PIGUET (P.); *Bull. tech. Suisse romande*, Suisse (1^{er} nov. 1952), n° 22, p. 285-297, 24 fig. (Tiré de « Inform. tech. Charmilles », n° 4). E. 22613. CDU 627.8 : 621.311.21.

279-62. La plus grande usine hydroélectrique souterraine du monde (World's largest underground power plant). WISE (L. L.); *Engng. News-Rec.*, U. S. A. (13 nov. 1952), vol. 149, n° 20, p. 31-32, 35-36, 6 fig. — Installation de Kemano (Colombie Britannique). E. 22988. CDU 627.8 : 690.354.

280-62. Les vannes secteurs de l'usine hydraulique Wildegg Brugg (Bewegliche Wehrverschlüsse des Kraftwerkes Wildegg-Brugg). KOLLBRUNNER (C. F.); *Stahlbau-Bericht*, Suisse (oct. 1952), n° 10, 12 p., 12 fig. E. 22701. CDU 627.8.

281-62. La conduite forcée et le siphon de la chute de Passy-sur-Arve. I. BOUCHAYER (R.), DENOOR (G.), MILLET (Y.), RAMBAUD (G.); *Travaux*, Fr. (déc. 1952), n° 218, p. 549-552, 9 fig. E. 23016. CDU 627.8 : 628.15.

282-62. La conduite forcée de l'installation hydroélectrique Telesio Rosone de l'A. E. M. de Turin (La condotta forzata dell'impianto idroelettrico Telesio-Rosone dell'A. E. M. di Torino). BRUNETTI (M.); *Aut. Rass. Tec.*, Ital. (fév. 1952), n° 2, p. 57-63, 13 fig. E. 20681. CDU 627.8 : 628.15.

Fic BATIMENTS PUBLICS

283-62. La cité administrative de la Convention. THEVENIAU, *Bull. Liaison Document. Secrét. Gén. Aviat. Civ. Commer.* (Minist. Trav. Publ. Transp. Tour.), Fr. (mai-août 1952), n° 62-63, p. 95-103, 5 fig. — Description des constructions édifiées, 135, rue de la Convention à Paris. Charpente en éléments préfabriqués en bois, bardage en fibro-ciment système « Versilith » couverture en fibro-ciment, cloisonnements en « Norelith », menuiserie standard en sapin, parquets sapin, sols en carrelage et terrazolith, chauffage central au mazout, aménagements divers. Prix de revient. E. 22807. CDU 725.1 : 690.2.

Fid VOIES DE COMMUNICATION

Fid jal Routes.

284-62. Journées techniques de la Route. Avignon-Marseille, 14-18 octobre 1952. *Travaux*, Fr. (déc. 1952), n° 218, p. 572-576. E. 23016. CDU 625.7/8 (061.3).

285-62. Les routes de l'avenir. DAVIES (Ph.); *Bâtim. Chemin Fer*, Fr. (1952), n° 10, p. 60-61, 2 fig. E. 23040. CDU 625.7/8.

286-62. La construction de la route Douala-Edéa. DELAHAYE (R.); *Rev. gén. Routes, Aérodr.*, Fr. (nov. 1952), n° 250, p. 69-72, 77-80, 21 fig. — Programme des travaux de routes du Cameroun. Problèmes posés par le climat, le sol, la forêt, le relief et l'hydrographie. Réalisation de l'ouvrage : installations, matériel, études, déboisement, ouvrages d'art, terrassement, revêtement, ouvrages annexes, organisation des chantiers. E. 22894. CDU 625.7/8 : 551.582.3.

287-62. Cotes de « suffisance » des routes (Highway sufficiency ratings). *Highw. Res. Board*, U. S. A. (1952), Bull. 52, publ. 228, v + 69 p., 16 fig., 3 réf. bibl. — Les Américains

désignent ainsi des cotes qui indiquent, pour chaque route ou tronçon de route, le rapport entre les capacités, les possibilités de la route (état de la route, sécurité et commodité pour les usagers) et le service que la route doit assurer afin de déterminer l'emploi le plus judicieux des fonds disponibles pour les routes. Neuf mémoires sur l'application de la méthode, l'expérience dans un État, les améliorations possibles, le mode de présentation, les routes urbaines, etc. E. 23003. CDU 625.7/8.

288-62. Une seconde expérience permet d'envisager la réussite sur une grande route sensationnelle de montagne (Second try promises success on spectacular mountain highway). *Engng. News-Rec.*, U. S. A. (2 oct. 1952), vol. 149, n° 14, p. 28-30, 5 fig. — Route en construction de Cochabamba à Santa Cruz (Bolivie). E. 22491. CDU 625.731.

289-62. Transformation des gorges de la Columbia River (They're rebuilding Columbia gorge). DAY (R.); *Excav. Engrs*, U. S. A. (oct. 1952), vol. 46, n° 10, p. 22-28, 11 fig. — Travaux de construction d'une route dans cette vallée : remblais de 38 m de hauteur, tranchées de 42 m de profondeur, traversée de la Columbia profonde de 28 m par un remblai en terre, dépôt de 11 000 000 m³ de roches et de déblais sur 8 km. Utilisation de niveleuses remorquées par des chenilles, d'excavateurs Euclid, de compresseurs sur chariots automoteurs pour alimenter les perforatrices, de pelles mécaniques, etc. Description de diverses phases des travaux. E. 22695. CDU 625.731 : 624.13.

290-62. Conférence sur la construction des routes américaines (Einiges vom amerikanischen Strassenbau). BECKER (W.); *Bitumen*, All. (oct. 1952), n° 8, p. 171-180, 28 fig. E. 22769. CDU 625.7/8 (061.3).

291-62. Développement des machines allemandes pour la construction des routes (Ueber den Entwicklungsstand deutscher Strassenbaumaschinen). RATHSMANN (E.); *Bautechnik*, All. (nov. 1952), n° 11, p. 311-315, 16 fig., 1 réf. bibl. E. 22776. CDU 625.8.

292-62. Une application intéressante de la stabilisation des sols à l'aide de liants bitumineux. MANOUVRIER (J.); *Rev. gén. Routes, Aérodr.*, Fr. (nov. 1952), n° 250, p. 81-85, 8 fig., 1 réf. bibl. — Stabilisation en « Sand-Asphalt ». Rappel de quelques principes. Étude du projet : étude du compactage de la fondation en laboratoire et de la couche de roulement comprenant du sable, du laitier granulé, du filier calcaire, du cut-back RC-4. Fabrication et contrôle. Mise en œuvre et contrôle. Résultats obtenus et enseignements. E. 22894. CDU 625.731 : 624.138.

293-62. Efficacité des formes ou infrastructures en matériaux granulaires pour éviter le « pompage » des revêtements rigides des chaussées (Effectiveness of granular bases for preventing pumping of rigid pavements). VOGELGESAND (C. E.); *Highw. Res. Board* (Nation. Acad. Sci. Nation. Res. Council), U. S. A. (jan. 1952), Bull. 52, publ. 226, 36 p., 29 fig., 11 réf. bibl. — On désigne sous le nom de pompage le mouvement des revêtements rigides dû aux alternatives de fléchissement et de rétablissement du revêtement sous le passage de véhicules lourds. Phénomène qui provoque l'élimination de l'eau et des matières fines et qui provoque des creux par suite des affaissements du revêtement. — W. E. CHASTING, J. E. BURKE : Résultats obtenus avec des revêtements en béton posés sur une forme en matériaux granulaires. Détail de la granulométrie. Discussion. E. 22791. CDU 625.731.

294-62. Propriétés mécaniques de la tourbe particulièrement en ce qui concerne la construction des routes (The mechanical properties of peat with special reference to road construction). HANRAHAN (E. T.); *Bull. Instn. civ. Engrs Ireland* (avr. 1952), vol. 78, n° 5, p. 179-

215, 22 fig., 10 réf. bibl. — Teneur en eau. Proportion de vides. Densité. Compressibilité, durée nécessaire au tassement. Résistance au cisaillement. Rapport Californien de portance. Perméabilité. Drainage. Effondrement par rotation. Fondrières. Influence des arbres et de la végétation. Route en béton de Monasterevan à Kindare, construite il y a vingt ans sur une infrastructure de tourbe et qui a donné d'excellents résultats. Conseils relatifs aux routes sur tourbe. E. 22742. CDU 625.731 : 624.131.2.

295-62. Texture du béton et formation de fissures dans les revêtements en béton des chaussées (Betongefüge und Rissebildung in Betonfahrbahndecken). DITTRICH (R.); Ed.: Wilhelm Ernst und Sohn, Berlin-Wilmersdorf, All.; Lange, Maxwell and Springer, Londres, C.-B. (1952), Bundesanstalt Strassenbau n° 1, 1 vol., 27 p., 57 fig. — Voir analyse détaillée B-759 au chap. III « Bibliographie ». E. 22528. CDU 625.84 : 693.54 (02).

296-62. Essais d'un tronçon de route d'un mile (Road test One-MD). *Highw. Res. Board* (Nation. Acad. Sci.-Nation. Res. Council), U. S. A. (1952), Special Report 4, Public. 227, VII + 142 p., 202 fig., 11 fig. h. t., 2 pl. h. t., 8 réf. bibl. — Pendant 6 mois, un tronçon de route en béton d'une longueur de 1,7 km a été soumis à un trafic continu, à raison de 7 jours par semaine. On y faisait circuler des véhicules de 8 000, 10 000, 14 600 et 20 000 kgs et on relevait journellement toutes les déformations, fissures, cassures et détérioration qui en résultaient sur la chaussée. Procédés et méthodes d'essais; résultats obtenus pour un trajet total de 643 600 km. E. 22468. CDU 625.84 : 693.54 : 620.1.

297-62. Le service des routes à grand trafic fait des essais de cendre légère dans les mélanges pour chaussées (Highway department tests fly-ash in pavement mixes). CHLOOTE (W. L.); *Engng News-Rec.*, U. S. A. (23 oct. 1952), vol. 149, n° 17, p. 40-41, 2 fig. — La cendre légère produite dans les centrales brûlant du charbon pulvérisé est un matériau pouzzolanique qui peut être employé suivant différentes proportions dans le béton comme remplaçant une partie du ciment et comme matière de remplissage dans les mélanges de béton bitumineux. Essais de chaussée en béton avec cendre légère à Baltimore. Essais de cendre légère dans le béton bitumineux. E. 22751. CDU 625.84 : 693.54.

298-62. Réparation du revêtement sur la route de ceinture de Buenos-Aires (Reparacion del pavimento del camino de cintura de la Capital Federal). *Cemento Portland*, Argent. (juil. 1952), n° 26, p. 1-5, 10 fig. — L'emploi de méthodes modernes et rationnelles a permis de rendre aux revêtements de béton leurs qualités initiales. Défauts à corriger. Pose de « sol-ciment » comme couche sous-jacente du revêtement. Préparation des zones à bétonner. Nécessités de l'entretien. Conclusions. E. 22606. CDU 625.84 : 693.54 : 690.593.

299-62. Matière noire (Black stuff). THORNTON (A. J. B.); *Highw. Bridges Engng Works*, G.-B. (5 nov. 1952), vol. 19, n° 957, p. 5-7. — Le terme matière noire (black stuff) s'applique à une grande variété de matériaux utilisés pour le revêtement des chaussées et aussi divers que l'asphalte, le mastic d'asphalte, le macadam bitumineux ou goudronneux, le goudron pulvérisé, le bitume pulvérisé, etc. Chacun de ces produits est défini par une ou plusieurs spécifications britanniques, mais on peut les classer en deux catégories principales : les revêtements permanents et les revêtements temporaires. Applications. Entretien. Considérations générales. E. 22780. CDU 625.85 : 691.161.

300-62. Revêtements bitumineux sur l'autoroute dans la région industrielle rhéno-westphalienne (Schwarzdecken auf der Autobahn im rheinisch-westfälischen Industriegebiet). MÖN-

NIC (F.); *Bitumen*, All. (oct. 1952), n° 8, p. 181-184, 8 fig. — E. 22769. CDU 625.85 : 691.161.

301-62. L'autoroute de l'Etat de New Jersey (E. U.) *Génie civ.*, Fr. (1^{er} nov. 1952), t. 129, n° 21, p. 401-405, 11 fig. — Autoroute à péage de 190 km. Tracé. Profil type. Terrassement et fondations, raccordements, ouvrages d'art. E. 22664. CDU 625.731.

302-62. Le « New Jersey Turnpike », autoroute à péage de 190 km de longueur reliant New York à Philadelphie et Wilmington. TOTH (I.); *Tech. Trav.*, Fr. (nov.-déc. 1952), n° 11-12, p. 351-364, 26 fig. — Étude du tracé, organisation du travail, estimation de l'ouvrage, normes du tracé, travaux spéciaux de fondations dans les plaines marécageuses. Ouvrages d'art. Mode de revêtement en béton asphalté de 30 cm d'épaisseur. Matériel d'exécution employé. Équipements. E. 22762. CDU 625.85.

303-62. Les autoroutes modernes aux États-Unis (Modernas Autocestradas de Estados Unidos de América). *Cemento Portland*, Argent. (juil. 1952), n° 26, p. 12-17, 5 fig., 1 réf. bibl. E. 22606. CDU 625.7/8.

304-62. L'Amérique est-elle en avance sur l'Europe pour l'éclairage public et la signalisation lumineuse? GAYMARD (L.); *Rev. gén. Routes, Aérodr.*, Fr. (nov. 1952), n° 250, p. 45-50, 55-62, 65-67, 37 fig., 16 réf. bibl. — Compte rendu d'un voyage d'étude aux États-Unis et comparaison de la technique américaine en matière d'éclairage public et de signalisation lumineuse avec les solutions adoptées dans quelques-unes des plus récentes réalisations européennes. E. 22894. CDU 625.74 : 628.971.6.

305-62. Autogarage de dix-huit étages à manutention automatique des voitures à Washington (Autorimessa con sistemazione automatica delle vetture). *Ingegnere*, Ital. (oct. 1952), n° 10, p. 1178, 4 fig. E. 22531. CDU 725.382.

306-62. La détérioration des routes continue (Road deterioration continues). HUGHES (A. C.); *Highw. Bridges Engng Works*, G.-B. (29 oct. 1952), vol. 19, n° 956, p. 1-3. — Rapport d'un fonctionnaire anglais qualifié sur l'insuffisance de l'entretien des routes et l'absence d'amélioration. E. 22623. CDU 625.746.

Fid 1 Voies maritimes.

307-62. Le port de New-York (The port of New York). CULLMAN (H. S.); *Dock Harbour Author.*, G.-B. (nov. 1952), vol. 33, n° 385, p. 195-200, 5 fig. — Description générale. E. 22931. CDU 627.217.1.

308-62. Le Mississippi reçoit sa cuirasse (Ole Miss dons her armor). *Excav. Engr.*, U. S. A. (oct. 1952), vol. 46, n° 10, p. 12-20, 12 fig. — L'aménagement du Mississippi et la défense contre les dégâts causés par les crues comportent quatre formes : levées (digues longitudinales) pour contenir les hautes eaux; barrages pour équiper l'amont et utiliser la puissance hydraulique; chenaux de raccourci pour diminuer la longueur à entretenir; revêtements pour empêcher l'érosion des rives; c'est ce dernier aspect que décrit l'article. Utilisation de « draglines » flottantes (à bennes preneuses ou racleuses) qui sont les plus grandes du monde. Après avoir taillé la rive à la pente voulue, on immerge sur le fond et on étale sur le talus de très grands « matelas » articulés en béton pour éviter l'affouillement et l'érosion. Cette opération s'effectue au moyen d'un ensemble composé de deux chalands, avec chaudière, treuils, câbles pour la traction et la mise en place de ces « matelas ». E. 22695. CDU 627.1 : 699.8.

309-62. Chenal navigable pour l'accès à Victoria (Texas) (A navigation channel to Victoria, Tex.). DAVIS (A. B., Jr.); *Proc. A. S. C. E.* (Waterways Div.), U. S. A. (oct. 1952), vol. 78, Separ. n° 154, 17 p., 6 fig., 2 réf. bibl. E. 22675. CDU 626.1 : 627.

310-62. Achèvement du port de Tarifa (Terminacion del puerto de Tarifa). DURAN TOVAR (A.), ALVAREZ AGUIRRE (M.); *Inform. Constr.* (Inst. tec. Constr. Cemento), Esp. (oct. 1952), n° 44, p. 558.12/1-558.12/16, 35 fig., 10 fig. h. t. — Digues, caissons, brise-lames, quais, etc. E. 22873. CDU 627.3.

311-62. Réparation de bajoyers et murs de quais effectués à sec, à l'aide d'un suçon. JEANDEMANGE (L.); *Travaux*, Fr. (déc. 1952), n° 218, p. 553-556, 7 fig. E. 23016. CDU 627.3 : 690.593.

312-62. Un mur de quai en palplanches métalliques (Scarborough, G.-B.) (A quay wall in steel sheet piling). NIXON (F. T. W.); *J. Instn munic. Engrs*, G.-B. (nov. 1952), vol. 79, n° 5, p. 251-256, 3 fig. — Le mur est constitué par une ligne unique de palplanches de 12,5 m de longueur, enfoncées en avant du vieux mur de quai, constituant une poutre verticale supportant le quai et sa surcharge sans s'appuyer sur le vieux mur. Longueur totale : 60 m. Détails sur les calculs. E. 22665. CDU 627.3 : 624.15 : 693.97.

313-62. Murs de soutènement en bordure de mer et brise-lames (Seawalls and breakwaters). AYERS (J. R.); *Dock Harbour Author.*, G.-B. (oct. 1952), vol. 33, n° 384, p. 181-186, 19 fig. — Il y a encore beaucoup à apprendre en matière d'ouvrages soumis aux attaques des forces de la mer et on est en droit d'attendre beaucoup des méthodes utilisées pour mesurer les caractéristiques des lames ainsi que de l'emploi de maquettes et modèles réduits pour des essais avant étude définitive. Différents types de murs de soutènement, causes de destruction, mesures préventives, entretien. Brise-lames, types de brise-lames. Essais de maquettes. Stabilité des matériaux pendant la construction. E. 22398. CDU 627.3 : 624.152 : 620.015.7.

Fid p Voies aériennes.

314-62. Détails de construction de la base d'aviation de Thulé (Construction details based on Thule air base project). SMITH (V. B.); *Engng News-Rec.*, U. S. A. (2 oct. 1952), vol. 149, n° 14, p. 21-23, 5 fig. — Mesures spéciales rendues nécessaires par la température extrêmement basse. E. 22491. CDU 629 : 699.8 : 620.192.422.

315-62. L'aérodrome intercontinental de Zurich-Kloten. WERNER (H.); *Tech. Trav.*, Fr. (nov.-déc. 1952), n° 11-12, p. 365-376, 20 fig., 2 réf. bibl. — Étude des divers projets de l'aérodrome. Étude théorique des pistes pour avions de 135 t. Fondation en gravier sable lavé. Dalles en béton de 27 cm (21 + 6) d'épaisseur et 5,50 × 7 m, treillis métallique entre les deux couches de béton. Mode de construction des pistes. Prix de revient. E. 22762. CDU 629.139.1 : 693.54.

316-62. Joints à entretoises pour pistes d'aérodromes (Dowel-bar joints for airfield pavements). LOE (J. A.); *Proc. Instn civ. Engrs*, G.-B. (oct. 1952), vol. 1, part. 2, n° 3, p. 612-661, 23 fig., 2 fig. h. t., 27 réf. bibl. — On a constaté que les bords des dalles de béton situées de part et d'autre d'un joint sont rapidement détériorés par le trafic; pour réduire cette usure on a proposé de relier entre elles les dalles voisines par des barres d'acier formant entretoises entre les deux dalles. Des essais de laboratoire ont fourni des données sur la dimension et l'espacement des barres nécessaires dans différentes conditions. Effet des variations de température. Précautions à prendre lors de la construction. E. 22244. CDU 629.139.1 : 693.510 : 688.5.

317-62. Quelques expériences sur la gélivité des constituants de ciment (Alcune esperienze sulla gelivita dei conglomerati cementizi). SZEMERE (G.); *Industr. ital. Cementi*, Ital. (jan. 1952), n° 1, p. 7-11, 7 fig. — Compte rendu d'essais effectués sur douze mélanges différents pour choisir la meilleure composition des bétons à employer dans le revêtement de la piste d'envol du nouvel aéroport de Turin. E. 19422. CDU 629.139.1 : 693.54.

318-62. Les hangars de Chicago reflètent l'essor des transports aériens (Chicago hangar reflects soaring air business). *Excav. Engr.*, U. S. A. (oct. 1952), vol. 46, n° 10, p. 34-35, 38-39, 42-43, 19 fig. — Construction de deux hangars jumelés en béton armé pour TWA. Chacune des deux voûtes pourra abriter quatre Constellations à quatre moteurs ou six Martin à deux moteurs. Chaque hangar a 82 × 38 m, superficie : 3 340 m². Description du bétonnage qui était extrêmement rapide. E. 22695. CDU 628.139.2 : 725.39.

319-62. Hangars en béton armé à l'aéroport de Londres (Prestressed concrete hangars at London airport). *Engineer*, G.-B. (31 oct. 1952), vol. 194, n° 5049, p. 579-581, 4 fig. — Le groupe de dix hangars et ateliers constitue un des plus grands bâtiments en ciment armé qui aient été exécutés. Superficie totale environ 40 ha, deux rangées de cinq hangars. Chaque rangée a 270 m de long et 33 m de large. Hauteur 13 m sous les poutres du toit. Détail des poutres principales et secondaires. E. 22620. CDU 629.139.2 : 725.39.

Fif OUVRAGES D'ART

Fif j Souterrains.

320-62. Deux cintres de 9,5 m d'ouverture sont avancés alternativement pour le revêtement d'un tunnel de grande route dans l'Arizona (Two 31-ft. forms moved alternately in lining Arizona highway tunnel). MULHERRON (L. V.); *West. Constr.*, U. S. A. (nov. 1952), vol. 27, n° 11, p. 51-53, 5 fig. — Le premier cintre porte à chaque extrémité deux joues qui limitent le bétonnage. Puis on retire les joues et on fait avancer le cintre de deux longueurs. On avance ensuite le second cintre non muni de joues dans la partie intermédiaire que l'on bétonne. E. 22951. CDU 624.19 : 693.6 : 693.54.

321-62. Le tunnel Brooklyn-Battery à New York (Vom Brooklyn-Battery-Tunnel in New York). *Bautechnik*, All. (nov. 1952), n° 11, p. 326-328, 4 fig., 2 réf. bibl. — Deux tunnels jumelés sous l'East River en tubes de fonte de 9,45 m de diamètre. Au milieu se trouve un puits d'aération. L'aération s'effectue à raison de quarante renouvellements à l'heure. Méthode de construction. Eclairage, etc. E. 22776. CDU 624.19 : 693.97.

Fif m Ponts.

322-62. Règlement pour la construction des ponts métalliques (Reglement voor de bouw van metalen bruggen). *Inst. belg. Normalis.*, Belg. (oct. 1952), 3^e édit., NBN 5, en français : 96 p., 48 fig., en flamand : 96 p., 33 fig., réf. bibl. — Nouveau règlement révisé pour les ponts métalliques : ponts-rails, ponts-roues, fixes ou mobiles. I. Conditions générales relatives aux marchés, délais, peinture, garantie, arbitrage. II. Conception et calcul des ouvrages. III. Qualité et réception des matières. IV. Construction en usine. V. Montage sur place. VI. Épreuves et essais de réception. Annexes : Notations recommandées, table de coefficient de flambage. E. 22876. CDU 624.2/8 : 693.97 : 331.4.

323-62. Onze ponts monumentaux en Argentine, dont le total des ouvertures est de 6,3 km (Once puentes monumentales que tienen en conjunto 6 343 metros de luz). *Caminos*, Argent. (oct. 1952), n° 116, p. 17-22, 11 fig. — Ponts métalliques, ponts en béton, ponts en maçonnerie. E. 22877. CDU 624.2/8.

324-62. Renseignements utilisables pour l'étude possible d'une nouvelle instruction relative au calcul des travées métalliques (Datos utilizables para el posible estudio de una nueva instrucción para el calculo de tramos metalicos). MENDIZABAL Y FERNANDEZ (D.); Ed. : Escuela Ingros Caminos, Can. Puertos (Lab. Est. Investig. ferroviarias), Madrid, Esp. (1952), Publ. n° 5, 1 vol., 126 p., 43 fig., 4 pl. h.-t. — Voir analyse détaillée B-764 au chap. III « Bibliographie ». E. 20984. CDU 624.27 : 693.97 : 518.5 (02).

325-62. Reconstruction du pont-route d'Oissel sur la Seine. DUMINY (A.); *Tech. mod., Constr.*, Fr. (oct. 1952), t. 7, n° 10, p. 303-313, 18 fig. — Destructions subies; études successives pour la reconstruction du pont d'Oissel; description de l'ouvrage construit qui est à quatre travées métalliques dont les portées varient de 51,935 m à 66,310 m; des culées sont fondées sur pieux et les piles construites à l'intérieur de batardeaux, les parements sont en pierre. Le pont comporte des poutres inférieures métalliques à âme pleine faites de tronçons établis en atelier puis assemblés sur chantier. Les assemblages ont été exécutés par soudure tant à l'atelier que sur chantier. Le tablier est une dalle en béton armé. Mode d'exécution de l'ouvrage. E. 22529. CDU 625.74 : 624.27 : 693.97.

326-62. Construction de huit nouveaux ponts en béton précontraint. CAPEL (J.); *Travaux*, Fr. (nov. 1952), n° 217, p. 529-531, 3 fig. — Description du mode de construction de huit ponts en béton précontraint construits sur le même type pour des portées variant entre 45 et 57 m. Poutres hyperstatiques en double T reposant sur quatre bielles articulées à leurs deux extrémités. E. 22532. CDU 624.27 : 693.57.

327-62. Spécifications américaines normalisées pour les ponts soudés de voies ferrées et de grandes routes (Standard specifications for welded highway and railway bridges). *Amer. Weld. Soc.*, U. S. A. (1947), 4^e édit., 102 p., nombr. fig., réf. bibl. E. 23005. CDU 624.27 : 621.791 : 389.64.

328-62. Projet adopté pour le pont du port d'Auckland (Nouvelle-Zélande) (Proposed Auckland harbour bridge). *Engineering*, G.-B. (21 nov. 1952), vol. 174, n° 4530, p. 673, 2 fig. — Ce pont qui sera un pont à péage comportera sept travées métalliques dont les trois principales auront respectivement 177, 244 et 178 m de portée. La hauteur libre sous la plus longue portée sera de 43 m pour permettre la navigation. Il comportera une chaussée de 16,8 m de large et deux trottoirs de 1,83 m. Longueur totale 1 080 m. E. 22995. CDU 625.74 : 693.97.

329-62. Pont en béton précontraint à Barmouth (Prestressed concrete underline bridge in the western region). *Muck Shifter*, G.-B. (nov. 1952), vol. 10, n° 11, p. 511-513, 3 fig. — Pont pour voie ferrée. Précontrainte. Système Freyssinet par douze fils de 5 mm dans chaque poutre et post-tension de 23 t dans chaque câble. Chaque travée comporte douze poutres de 66 cm de haut et 41 cm de large, portée : 12,2 m. E. 22616. CDU 624.27 : 693.57.

330-62. Reconstruction du pont Bürgermeister-Smidt à Brême (Neubau der Bürgermeister-Smidt-Brücke in Bremen). LAMS-

TER (A.), STOLTENBURG (W.); *Stahlbau*, All. (nov. 1952), n° 11, p. 207-212, 10 fig., 2 réf. bibl. — Le calcul du tablier en acier de la chaussée du pont « Bürgermeister-Smidt ». I (Die Berechnung der Stahlfahrbahntafel der Bürgermeister-Smidt-Brücke in Bremen). FISCHER (G.), p. 213-219, 16 fig., 4 réf. bibl. — Deux ponts en poutres métalliques droites : 63 et 112 m respectivement de portée séparés par un îlot de 30 m. E. 22856. CDU 624.27 : 693.97.

331-62. Ponts en acier à poutres à âmes pleines, avec chaussées en béton armé, avec ou sans liaison entre le tablier en béton armé de la chaussée et les poutres à âmes pleines (Stahlbeton Vollwandträgerbrücken mit Stahlbetonfahrbahnen mit und ohne Verbund). BITTENBINDER (N.); *Esterr. Bauzig.*, Autr. (15 nov. 1952), n° 46, p. 6-7, 8 fig. E. 22880. CDU 624.27 : 693.97.

332-62. Le pont-viaduc de l'autoroute Gènes-Savone sur le torrent Lerone (Il ponte-viadotto sul Lerone dell'autostrada Genova-Savona). *Corr. Constr.*, Ital. (30 oct. 1952), n° 44, p. 6, 1 fig. — Le pont en ciment armé de 235 m de longueur en poutres Gerber, comporte cinq travées dont trois de 53 m au centre et deux de 38 m aux extrémités. Chaque travée est formée de cinq poutres de 0,34 × 3,3 de section. E. 22680. CDU 625.74 : 693.55.

333-62. La réception du nouveau pont routier sur le Pô à Plaisance (Il collaudo del nuovo ponte stradale sul Po a Piacenza). STABILINI (L.); *Costr. metall.*, Ital. (sep.-oct. 1952), n° 5, p. 3-6, 10 fig. — Pont métallique en poutre continue, de huit travées, longueur totale : 605 m, largeur totale : 11,5 m. E. 22843. CDU 625.74 : 693.97.

334-62. Nouveau pont composé de trois arches en béton armé au Danemark (Three span reinforced concrete arch construction in new Danish bridge). *Muck Shifter*, G.-B. (nov. 1952), vol. 10, n° 11, p. 523-524, 2 fig. — Pont route. Trois arches de 36,4 et 36 m de portée. E. 22616. CDU 625.74 : 624.6 : 693.55.

335-62. Pont à arc central (Ponti a travata centrale). G. *Genio civ.*, Ital. (sep. 1952), n° 9, p. 514-515, 3 fig. — Passerelle à piétons à une seule arche métallique centrale installée à Wanne-Eickel (Allemagne) sur le canal Rhin-Herne. Portée : 62 m. Poutre horizontale : 80 cm de haut. Poids d'acier : 61 t. Coefficient de sécurité : 2,6. E. 22669. CDU 624.6 : 693.97.

336-62. Le relevage des ponts et l'élimination des autres obstacles dans le Weser dans le district de Minden I (Die Hebung von Brücken und die Beseitigung sonstiger Hindernisse aus der Weser im Bereich des Wasser- und Schifffahrtsamtes Minden I). MÖHLMANN (B.); *Bautechnik*, All. (nov. 1952), n° 11, p. 318-324, 19 fig. E. 22776. CDU 624.2/8.

Fo INCIDENCES EXTÉRIEURES

Foc Entretien. Réparations.

337-62. La reprise en sous-œuvre et le renforcement des constructions (Underpinning and strengthening of structures). HUNTER (L. E.); Ed. : Contractors Record, Ltd, Londres, G.-B. (1952), 1 vol., 162 p., 130 fig., 1 fig. h. t., 1 pl. h. t. — Voir analyse détaillée B-757 au chap. III « Bibliographie ». E. 22630. CDU 690.593.2 : 690.592 (02).

II. — TRADUCTIONS

D'ARTICLES TECHNIQUES EFFECTUÉES PAR L'INSTITUT TECHNIQUE DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS

342. **Éléments qui agissent sur la résistance du béton** (Factors affecting concrete strength). JONES (R.); *J. Instn munic. Engrs*, G.-B. (1^{er} avr. 1952), n° 10, p. 612-621, 1 fig., 6 réf.

bibl. — Étude de la composition des bétons. Choix et granulométrie des agrégats, choix du ciment, rapport eau-ciment, malaxage et mise

en place du béton, traitement après prise, bétonnage par temps froid, aspect économique du contrôle qualitatif. E. 22767. 14 p.

III. — BIBLIOGRAPHIE

Chaque analyse bibliographique donnant le nom et l'adresse de l'éditeur et le prix de vente, les adhérents de l'Institut Technique sont priés de s'adresser directement aux éditeurs ou aux librairies pour se procurer les ouvrages qu'ils désirent acquérir, toutefois pour les ouvrages édités à l'étranger, il est préférable de les commander par l'intermédiaire de librairies spécialisées dans l'importation. Tous renseignements complémentaires seront fournis sur demande par l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics, 28, boulevard Raspail, Paris-VII^e.

B-750. **Tables trigonométriques et tables pour le tracé des courbes** (Chemins de fer, routes, canaux). GAUNIN (J.), HOUDAILLE (L.), BERNARD (A.); Éd.: Dunod, 92, rue Bonaparte, Paris (1952), nouv. édit., 1 vol. (13,5 × 22 cm), texte : 51 p., 25 fig., tables : 359 p., F : 1 350. — I. Emploi des tables des lignes trigonométriques (avec exemples d'application); on donne, avec six décimales, toutes les lignes trigonométriques (en valeurs naturelles) pour les angles au centre de 30 en 30° sexagésimales; ces tables contiennent le sinus et le sinus-verse, le cosinus et le cosinus-verse, les tangentes, cotangentes, sécantes, cosécantes des arcs et de leurs compléments, les arcs et leurs compléments, les demi-cordes et flèches, les abscisses, les ordonnées de la circonférence en fonction des tangentes. II. Recueil de coordonnées pour le tracé des courbes. Une introduction montre, avec des exemples, l'usage des tables. Coordonnées sur la tangente par abscisses entières variant de mètre en mètre; coordonnées sur la tangente par équidistances de mètre en mètre de développement sur l'arc; coordonnées sur la corde par équidistances entières de mètre en mètre de développement sur l'arc; coordonnées sur le prolongement de la corde par équidistances de 50 et de 100 m de développement de l'arc; valeur des angles (en degrés) en fonction des arcs pour tous les rayons usuels; valeurs des angles (en grades) en fonction des arcs pour tous les rayons usuels; valeur des arcs en fonction des angles pour R = 1 m en grades et en degrés; conversion des degrés en grades et des grades en degrés. E. 22827.

B-751. **Physique et technique du bruit**. MOLES (A.); Éd.: Dunod, 92, rue Bonaparte, Paris (1952), 1 vol. (13,5 × 22 cm), xii + 156 p., 131 fig., 27 réf. bibl., F : 960. — Physique du bruit, méthodes d'étude, le bruit en tant que phénomène physiologique, insonorisation des sources, insonorisation des immeubles. I. Sons musicaux, bruits proprement dits, représentation des sons, oscillogrammes (amplitude en fonction du temps), spectre (amplitude en fonction de la fréquence). II. Méthodes d'étude du bruit et les appareils utilisés, dépouillement des mesures, méthode sommaire d'analyse harmonique. III. Influence physiologique du bruit, unités (phone, décibel), etc. IV. Insonorisation des sources de bruit, lutte contre la transmission du son, des vibrations; isolation sonore. V. Insonorisation des immeubles, méthodes d'essais acoustiques normalisées. En

annexe : tableaux numériques relatifs aux niveaux sonores, aux affaiblissements introduits par divers types de parois, etc. E. 22826.

B-752. **Traité de plomberie et d'installation sanitaire**. CHARLENT (H.); Éd.: Librairie Garnier Frères, 6, rue des Saint-Pères, Paris, 5^e édit., 1 vol. (13 × 18 cm), x + 640 p., 827 fig., 2 pl. h. t., réf. bibl., F : 1 700. — Memento technique comportant les systèmes d'unités, les mesures fondamentales des tuyaux et des renseignements divers, des rappels de physique, de géométrie et de mécanique. Considérations générales sur la plomberie et l'installation sanitaire, l'outillage du monteur, les matériaux. Captage et élévation de l'eau : puits, citernes, déversoirs, puits aériens, appareils élévateurs, moulins à vent, élévateurs à air comprimé, pompes à moteur. Filtration et épuration des eaux : caractères des eaux, hydrotimétrie, bassins filtrants, traitement des eaux. Distribution de ville et compteurs : branchements d'abonnés, dispositions administratives, types de compteurs. Distribution intérieure et code de plomberie : avant-propos du code, formule de Flament, pertes de charge, groupes surpresseurs, appareils normalisés. Eau chaude : générateurs à gaz instantanés ou à accumulation, accumulateurs électriques, chaudières. Canalisations d'eau forcée : matériel employé et détails d'installation des tubes de divers métaux. Siphons et bruits : Installation, lutte contre les bruits. Salle de bains : types d'installations de baignoires, lavabos, bide. Cuisine : installations d'éviers, réchauds, vidoirs. W.-C. : types de cuvettes et d'appareils de chasse. Sanitaire des collectivités : groupes de W.-C., urinoirs, lavabos collectifs, bains-douches. Évacuation des eaux usées : égouts, branchement d'immeuble, canalisation, tuyau unitaire, ventilation secondaire, types divers de canalisations, relèvement des eaux usées. Fosses septiques. Incendie : législation, normalisation, appareillage, extincteurs. Installation du gaz : codification, calcul des distributions, règles d'installations, branchements, compteurs, appareils d'utilisation, régulation thermostatique, chauffage au gaz, ventilation, propane. Plomberie préfabriquée : réalisations diverses. E. 22828.

B-753. **L'habitat au Cameroun** (Publ. Off. Rech. sci. Outre-Mer). Éditions de l'Union Française, 3, rue Blaise-Desgoffe, Paris (1952), 1 vol. (24 × 30 cm), 151 p., nombr. fig., 18 réf.

bibl. — Monographies descriptives des réalisations architecturales indigènes. Procédés traditionnels de construction, solutions d'urbanisme indigène. Une étude critique précise les conditions qu'il convient de satisfaire pour adapter certaines solutions traditionnelles, tant en matière d'urbanisme que de construction, aux nouvelles données posées par le développement artisanal et industriel des régions du Nord-Cameroun, du Pays Bamiléké et Bamoun et du Sud-Cameroun. Habitat réservé aux Européens : ensemble de plans, établis par J. H. CALSAT et Ch. BERTHELOT, LODS et LECAISNE, où le modernisme a su s'adapter au climat de ces régions. E. 22533.

B-754. **Le matériel français de préparation mécanique des matériaux**. Éd.: Syndicat national des Industries d'Équipement M. T.-P. S., 10, av. Hoche, Paris (1952), 1 vol. (21,5 × 28 cm), 99 p., nombr. fig. (en français, en anglais et en espagnol). — Appareils utilisés pour les carrières, le travail de la pierre, la fabrication du ciment, de la chaux et du plâtre, la préparation et l'enrichissement des minéraux, minerais et combustibles, les tuileries, briqueteries, etc., les préparations dans les industries chimiques, etc., les industries du verre. E. 22890.

B-755. **Constructions en béton précontraint** (Prestressed concrete structures). KOMENDANT (A. E.); Éd.: Mc Graw-Hill Publishing Company Ltd, 95 Farringdon Street, Londres EC. 4, G.-B. (1952), 1^{re} édit., 1 vol. (15,5 × 23,5 cm), xiv + 261 p., 161 fig., réf. bibl., 48 s. — Principes du béton précontraint, différentes méthodes de contrainte utilisées dans les diverses parties du monde, propriétés physiques des matériaux utilisés pour précontraindre les constructions en béton, propriétés de l'acier, du béton, étude des déformations élastiques et permanentes, retrait, fluage, etc. Constructions en béton précontraint. Variations des forces et des efforts dans une structure précontrainte, méthode pour l'étude des pièces précontraintes. Exemples d'applications à différentes sortes de poutres et à divers types de voûtes minces. Caractéristiques principales de différents ouvrages en béton précontraint, ponts, pistes d'envol d'aérodromes, réservoirs, hangars, barrages, conduites, etc. Tableaux des fils, câbles et treillis métalliques utilisés pour les armatures du béton précontraint. E. 22720.

B-756. Les matières plastiques dans le bâtiment (Plastics in building). SINGER (J. B.); Éd. : Architectural Press, Ltd, 9-13, Queen Anne's Gate, Westminster, Londres SW. 1, G.-B. (1952), 1 vol. (14 × 22 cm), 175 p., nombr. fig., 18 s. — Le terme anglais « plastics » désigne les produits qui peuvent subir une déformation sous l'effet d'un effort mécanique sans perdre leur cohésion et sont capables de conserver la nouvelle forme qui leur a été imposée. Ils appartiennent au groupe des matériaux qui se trouvent dans un état amorphe, par opposition à l'état cristallin. Ce sont principalement des matériaux synthétiques ou semi-synthétiques. Produits à base de résines synthétiques dérivées de la caséine, de la cellulose, du phénol, de l'urée, etc., vinyl, polyvinyl, polystyrène, silicones, etc. Application des matériaux plastiques aux murs des habitations, aux panneaux pour l'isolation thermique. Bois et contreplaqués avec imprégnations plastiques, applications aux couvertures, aux vitrages. Utilisation de ce type de produits aux travaux intérieurs : confection de cloisons, revêtements intérieurs des murs, des planchers, isolation thermique et acoustique. Emploi des matériaux plastiques pour les appareils sanitaires et les canalisations de plomberie, pour les appareils et équipements électriques et pour divers autres usages. Conclusion : exposé des possibilités d'avenir de ces matériaux. Bibliographie. E. 22365.

B-757. La reprise en sous-couvre et le renforcement des constructions (Underpinning and strengthening of structures). HUNTER (L. E.); Éd. : Contractors Record, Ltd, Lennox House, Norfolk Street, Strand, Londres WC. 2, G.-B. (1952), 1 vol. (15,5 × 25 cm), 162 p., 130 fig., 1 fig. h. t., 1 pl. h. t., 25 s. — Définition des différents types de reprise en sous-couvre; reprise normale, reprise en porte-à-faux, reprise par piliers. Exemples de travaux ayant donné lieu à l'application de ces différents types. Reprise en sous-couvre des fondations d'un pont. Renforcement des constructions en béton armé, nombreux exemples. Renforcement des constructions métalliques et des constructions en maçonnerie. Manières de procéder dans les différents cas. Renforcement des superstructures de ponts de divers types, ponts en béton, ponts métalliques, ponts à tablier, à arches, etc. Méthodes diverses de reprise en sous-couvre et d'étayage des constructions. Cas des fondations établies dans un sol soumis à des variations de température du fait de certaines réactions chimiques par exemple. Tassement, affaissement des sols. E. 22630.

B-758. Tableaux de lignes d'influence pour les moments, les efforts tranchants et les réactions (Influence line tables for moments, shears, and reactions). CRIOT (G.); Éd. : Frederick Ungar Publishing Co, 105 East 24th Street, New-York 10, U. S. A. (1952), 1 vol. (16 × 24 cm), texte : 15 p., 13 fig., tableaux : 68 p., \$: 3.75 (traduit de l'allemand par H. C. LORSCH). — Les tableaux présentés dans cet ouvrage sont destinés à réduire considérablement les calculs des poutres continues soumises aux charges permanentes et aux surcharges. Introduction : méthode appliquée pour le calcul des réactions, la troisième décimale des valeurs indiquées peut être considérée comme exacte. Les tableaux indiquent les valeurs des moments des efforts tranchants et des réactions pour les poutres continues à deux, trois, quatre travées ou à un nombre infini de travées pour des rapports de rigidité variant de 1/1 à 1/2 par accroissements de 0,1 en 0,1. Dans cette édition américaine les valeurs sont données en pieds, en milliers de livres, en pieds par milliers de livres, etc. E. 22685.

B-759. Texture du béton et formation de fissures dans les revêtements en béton des chaussées (Betongefüge und Rissbildung in

Betonfahrbahndecken). DITTRICH (R.); Éd. : Wilhelm Ernst und Sohn, Hohenzollernstrasse 169, Berlin-Wilmersdorf, All.; Lange, Maxwell and Springer, Ltd, 41-45 Neal Street, Londres WC. 2, G.-B. (1952), Bundesanstalt Strassenbau n° 1, 1 vol. (21 × 29,5 cm), 27 p., 57 fig., DM : 4.80. — Ce rapport rend compte de recherches exécutées en 1951, sur ordre du Ministère du Trafic (Section de la Construction des Routes). Il se forme souvent des fissures dans les revêtements en béton des routes et on pouvait les attribuer à l'effet combiné de l'élevation de température et de la dilatation lors de la prise, au retrait dû à l'évaporation de l'eau de gâchage, à la résistance mécanique du béton qui croît peu à peu, au frottement du sol qui s'oppose au retrait. Programme et description des essais pour lesquels on préleva des plaques de béton sur la chaussée de l'autoroute et qui furent exécutés sur la route Ruhr-Hanovre-Berlin. Les prélèvements furent faits en forme de cylindre de 15 cm de diamètre au moyen d'une machine à découper des noyaux. Les distances entre les noyaux prélevés étaient de 50, 60 ou 80 cm suivant le nombre des fissures dans la dalle correspondante. On mesura sur les spécimens le poids sec, l'absorption d'eau et on calcula l'absorption d'eau en pourcentage du volume et de la densité à sec et cela pour le haut et le bas du noyau. Conformation de la route, constitution du béton, exécution de la chaussée, conditions atmosphériques pendant la construction, accroissement de la formation des fissures. Les endroits où, sous l'effet des diverses sollicitations, il se produit au cours du temps des fissures, sont des points faibles déterminés d'avance par des modifications de la texture du béton. Conclusion : il faut assurer la plus grande uniformité possible du sol sous-jacent et une très bonne homogénéité du béton frais. E. 22528.

B-760. Fonctions orthogonales dans la résolution des problèmes de la théorie de l'élasticité. I : Généralités et torsion (Funções ortogonais na resolução de problemas da teoria de elasticidade. I : Generalidades e torção). VAN LANGENDONCK (T.); Éd. : Associação Brasileira de Cimento Portland, Sao Paulo, Brésil (1952), 1 vol. (18 × 26 cm), VIII + 69 p., 45 fig., réf. bibl. (préface en anglais). — Problème dans sa généralité, applications à la torsion, solution des équations de Poisson pour les sections creuses et les sections limitées par des courbes simples, torsion des arbres circulaires de diamètre variable. Le volume comporte la détermination pratique des diverses formules pour le calcul de la torsion de barres de sections qui n'avaient pas encore été étudiées. E. 21162.

B-761. Les explosifs dans la construction. Carrières, galeries, tunnels (Explosivos en la construcción. Canteras, galerías, tuneles). CEBRIAN (J. P.); Éd. : Instituto tecnico de la Construcción y del Cemento, Ruiz de Alarcón, 25, Madrid, Esp. (avr. 1951), 1 vol. (17,5 × 25 cm), 202 p., 138 fig., 1 fig. h. t., 30 pts (résumés français et anglais h. t.). — Divers genres d'explosifs, leur puissance relative, mise à feu. Charges creuses, trous de mine. Calcul des charges. Explosions décalées dans le temps. Schémas de tirs dans les travaux souterrains. Percement des tunnels. Carrières et travaux à ciel ouvert. Disposition et emploi des charges explosives. Courants parasites dans les circuits d'allumage. Méthodes modernes de perforation. Bibliographie. E. 20501.

B-762. Argiles et briques. I. Argiles (Arcillas y ladrillos. I. Arcillas). GASPARD TEBAR (D.); Éd. : Instituto tecnico de la Construcción y del Cemento, Ruiz de Alarcón, 25, Madrid, Esp. (oct. 1951), 1 vol. (17,5 × 25 cm), 190 p., nombr. fig., 1 fig. h. t., 55 pts (résumés français et anglais). — Matières premières. Étude des argiles et de leur structure. Méthodes physiques : rayons X; diffraction; minéraux

argileux. Structure lamellaire. Propriétés de l'argile : plasticité, sa mesure. Action de la chaleur; déshydratation; retrait et dilatation; refroidissement; opérations pratiques de cuisson. Argiles spongieuses. Fours rotatifs continus et intermittents. Mesure du retrait. Porosité : ses variations et sa mesure. Essais des matériaux réfractaires. Couleur de l'argile; impuretés de l'argile : silice, composés de l'alumine, composés alcalins, composés du fer, autres composés; purification de l'argile; analyse de l'argile; méthodes mécaniques, chimiques; analyse rationnelle; calorimètre; analyse spectrale; analyse thermique. Bibliographie. E. 20502.

B-763. Argiles et briques. II : Fabrication des briques (Arcillas y ladrillos. II. Fabricación de ladrillos). ARREDONDO (F.); Éd. : Instituto tecnico de la Construcción y del Cemento, Ruiz de Alarcón, 25, Madrid, Esp. (oct. 1951), 1 vol. (17,5 × 25 cm), 174 p., nombr. fig., 45 pts (résumés français et anglais). — Préparation des terres. Action de l'atmosphère sur l'argile extraite. Maturation : pourrissage « levigation » qui consiste à délayer l'argile dans l'eau puis à la laisser déposer afin de la purifier. Préparation mécanique : transporteurs, alimentation des broyeurs, trituration, tamisage, lavage, malaxage. Montage : à la main, à la machine. Presses verticales, presses hélicoïdales continues, presses à vide; découpeuses; séchage, retrait au séchage, mécanisme du séchage, séchoirs naturels et artificiels, sources de chaleur, calcul de la chaleur nécessaire, chauffage indirect, séchoirs électriques, séchoirs par rayons infra-rouges. Cuisson. Changements physiques à la cuisson, allure de la cuisson; fours : fours à cloche, four Hoffmann, circulaires ou allongés; fours tunnels : ses avantages, son rendement; contrôle et réglage des fours. Bibliographie. E. 20503.

B-764. Renseignements utilisables pour l'étude possible d'une nouvelle instruction relative au calcul des travées métalliques (Datos utilizables para el posible estudio de una nueva instrucción para el calculo de tramos metalicos). MENDIZABAL Y FERNANDEZ (D.); Éd. : Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (Laboratorio de Estudios e Investigaciones ferroviarias), Madrid, Esp. (1952), Publ. n° 5, 1 vol. (21 × 27,5 cm), 126 p., 43 fig., 4 pl. h. t. — « Trains-types » prescrits dans différents pays (Canada, Brésil, Allemagne, États-Unis, Suède, France, Argentine, Italie, Suisse, etc.), proposition d'une modification à l'instruction espagnole pour les calculs des ponts. Surcharges pour travées de voie normales, surcharges pour voie étroite, résistance au choc, travées pour routes; effets spéciaux : vent, température, force centrifuge, efforts latéraux, freinage et arrachement, efforts combinés. Calculs, mesures et épreuves. Modifications à proposer à l'instruction actuelle. E. 20984.

B-765. Notions sur la stabilité de l'équilibre élastique (Nozioni sulla stabilità dell'equilibrio elastico). BELLUZZI (O.); Éd. : Nicola Zanichelli, Bologna, Ital. (1951), 1 vol. (18 × 25 cm), VIII + 114 p., 68 fig., nombr. réf. bibl., L. : 600. — Méthodes pour l'étude de l'instabilité, théorème de Kirchhoff. Instabilité progressive et instabilité soudaine. Charge critique d'Euler. Critérium statique et critérium énergétique. Procédé des coefficients indéterminés. Méthode des approximations successives. Procédés numériques. Méthode graphique de Vianello. Poutres soumises à la compression. Charge en bout dans les poutres prismatiques. Grandes déformations avec les charges en bout. Poutres à liaisons élastiques. Poutres continues. Poutres plongées dans un milieu élastique. Poutres à section variable. Poutres soumises à plusieurs charges axiales. Poutres verticales sollicitées par leur propre poids. Prévion expérimentale de la charge critique. E. 19386.

IV. — NORMALISATION

TRAVAUX EN COURS

Bâtiment.

Commission des Matériaux de construction et Produits de carrière.

La Fédération Nationale des Fabricants de Produits en Ciment Manufacturé, demande la mise en révision de la norme NF P 14-301 (blocs en béton) homologuée en mai 1935.

Mise à l'enquête publique d'un projet destiné à remplacer cette norme.

Centre Technique d'Études et de Recherches des Industries de liants hydrauliques.

Le Centre a mis à l'enquête publique un projet de norme destiné à la mesure de fissurabilité des ciments.

Des études sont poursuivies dans les laboratoires de la profession aussi bien officiels que privés pour l'examen des modifications à

apporter aux méthodes d'essai en vue de diminuer la dispersion des résultats; le but final étant de réaliser sous l'égide de l'I. S. O. une normalisation internationale des ciments.

17 septembre : *Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (C. S. T. B.).*

Commission d'agrément des matériaux nouveaux et procédés non traditionnels de construction.

Étude des systèmes de murs et de planchers.

L'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics :

— **DÉPOUILLE** mensuellement pour ses adhérents plus de 400 revues afin de leur signaler annuellement, par l'intermédiaire de son Bulletin de Documentation, plus de 3 000 analyses d'articles et d'ouvrages se rapportant à tous les problèmes susceptibles de les intéresser.

— **EXTRAIT**, à la demande de ses adhérents, de son fichier (qui comporte plus de 150 000 fiches) des bibliographies complètes et à jour sur les sujets techniques les plus divers.

— **DIFFUSE** directement sur le lieu de travail des adhérents, sous forme de micro-films, de photocopies ou éventuellement de traductions, les documents signalés.

— **PROJETTE** au cours de séances cinématographiques des films décrivant des réalisations françaises et étrangères en matière de travaux du bâtiment et de génie civil.

— **ORGANISE** des conférences hebdomadaires et, périodiquement, des visites de chantiers auxquelles vous avez intérêt à assister en raison des nombreux enseignements que donne l'examen direct des solutions constructives, et qu'un compte rendu même complet et détaillé comme celui publié dans les « Annales de l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics » ne saurait remplacer.

Pour tous renseignements concernant les conditions d'adhésion, s'adresser à l'INSTITUT TECHNIQUE DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS, 28, boulevard Raspail, Paris (7^e). Tél. : Bab. 18-56.

ÉQUIPEMENT TECHNIQUE (IV)

Déjà paru dans la même série au 31 janvier 1953 :

- N° 1. — C. HERODY, Bistre, suie et calcin : de leur production, de leurs inconvénients et des moyens pour les éviter et en réparer les dégâts.
- N° 2. — R. GENAGA, Conditionnement de l'air, ses applications dans l'habitat et dans l'industrie.
- N° 3. — R. FISCH, Le chauffage urbain et ses perspectives (épuisé).
- N° 4. — H. CHARLENT, Influence de la normalisation et de la pré-fabrication sur la technique des installations sanitaires. L'emploi de la préfabrication sur les chantiers de reconstruction.
- N° 5. — A. DESPLANCHES, Les chambres d'essais climatiques.
- N° 6. — P. BRESSOT, Commentaires sur le dernier ouvrage concernant les techniques de l'étanchéité multicouche et problèmes de laboratoire qu'il soulève.
- N° 7. — **CYCLE DU CHAUFFAGE 1950.**
P. DUSSERIS, Le chauffage des usines.
E. G. LEAU, Une richesse inexploitée : l'air du sol.
M. FICHARD, Choix d'un système de chauffage dans les nouveaux immeubles collectifs.
J. RIMBAUD, Problèmes posés par l'exploitation des installations de chauffage dans les immeubles anciens.
R. FISCH, Le chauffage urbain dans les pays autres que la France.
- N° 8. — R. COMTET, Les méthodes modernes pour l'établissement des canalisations électriques collectives.
- N° 9. — L. BERGER et R. SEMAILLE, Réalisations modernes d'installations sanitaires.
- N° 10. — A. POIRSON, L'expérience au service de l'étanchéité. Le cuvelage.
- N° 11. — R. CADIERGUES, Les coefficients de rayonnement des matériaux.
- N° 12. — Y. BOISDON, A. MASSIN, Les installations de laboratoires.
- N° 13. — R. COMTET, Contribution à la sécurité dans l'emploi des courants électriques à l'intérieur des immeubles.
- N° 14. — **CYCLE DU CHAUFFAGE 1951.**
A. DESPLANCHES, De l'introduction de l'air dans les locaux conditionnés. Visites d'installations de chauffage et de conditionnement d'air.
- N° 15. — R. CADIERGUES, Le thermomètre à température résultante.
- N° 16. — A. BLANC, Les recherches thermiques aux Laboratoires du Bâtiment et des Travaux Publics.
- N° 17. — Thomas BEDFORD, W. LIESE, F. SQUASSI et Cyril TASKER, État de la recherche en chauffage et ventilation dans quelques pays étrangers.
- N° 18. — A. FOURNOL, Quelques aspects économiques et techniques actuels des questions posées par l'établissement et l'exploitation des chauffages centraux.
- N° 19. — R. BILLARDON, Le chauffage thermodynamique.
- N° 20. — R. DUPUY, Choix du type et des caractéristiques générales de l'installation de chauffage la mieux adaptée au climat et au programme, suivant la constitution du bâtiment.
- N° 21. — P. MARILLIER, Chauffage à eau surchauffée sous pression.
- N° 22. — R. CADIERGUES, La protection contre le gel en chauffage à eau chaude et le déneigement thermique.

- N° 23. — G.-E. VARLAN, Discussion de cas concrets d'étanchéité en toitures-terrasses.
- N° 24. — R. CADIERGUES, B. MOREL, M. DAUDIN, Méthode pratique du calcul des puissances en chauffage discontinu.
- N° 25. — R. CADIERGUES et J. GENEVAY, La conductibilité thermique des matériaux.
- N° 27. — J. MORISSEAU, Normalisation de la robinetterie utilisée dans le bâtiment.
J. SCHICK, Tuyaux en matière plastique utilisés dans le bâtiment.

JOURNÉES INTERNATIONALES DE CHAUFFAGE, VENTILATION, CONDITIONNEMENT DE L'AIR 1952

- N° 26. — H. MARCO, Évolution des recherches et des techniques en Belgique depuis 1940.
E. F. M. VAN DER HELD, État de la recherche et des tendances de la technique aux Pays-Bas.

LE CHAUFFAGE PAR RAYONNEMENT

- N° 28. — T. N. ADLAM, L'expérience américaine.
A. KOLLMAR, Technique allemande.
A. GINI, Technique italienne.
R. CADIERGUES, Technique française.

RÉFRIGÉRATION

- N° 29. — R. BILLARDON, Machines frigorifiques modernes. — Visite de l'installation de chauffage, de conditionnement d'air et de la machine frigorifique de la Banque de France.

PROBLÈMES ÉCONOMIQUES DU CHAUFFAGE CENTRAL

- H. FICHARD, Répartition des charges de construction et d'entretien dans les installations de chauffage.
- R. FISCH, Répartition des charges de chauffage et comptage des calories.

ÉTUDES ET RECHERCHES FRANÇAISES

- N° 30. — A. FOURNOL, Quelques travaux récents du C. S. T. B. en matière d'équipement de chauffage dans les habitations.
R. CADIERGUES, Études et recherches 1951 du Comité Scientifique et Technique de l'Industrie du Chauffage et de la Ventilation.
Les dispositifs de sûreté hydrauliques en chauffage à vapeur basse-pression.
Ch. FISCHER, P. LÉVÊQUE, Mesure de la Ventilation par traceurs radioactifs.
A. BLANC, Les recherches thermiques aux Laboratoires du Bâtiment et des Travaux publics.

RÉGULATION AUTOMATIQUE

- N° 31. — R. DUPUY, Régulation automatique des petites installations de chauffage central avec chaudières au charbon.
BROIDA, Précision en régulation automatique.
A. MARMILLOT, P. TOUZARD et J. RAUSSOU, Visite de l'installation de conditionnement d'air de la Bibliothèque Nationale.
- N° 32. — R. COMTET, Nouvelles perspectives dans l'installation électrique des bâtiments.

BATIR

REVUE TECHNIQUE DE LA FÉDÉRATION NATIONALE DU BATIMENT ET DES ACTIVITÉS ANNEXES
PUBLIÉE AVEC LE CONCOURS DE L'INSTITUT TECHNIQUE
ET DES LABORATOIRES DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS

SOMMAIRE DU NUMÉRO 28 (JANVIER 1953)

Préfabrication et Bâtiment.

GROS ŒUVRE : Fondations sur piles peu profondes.

BOIS : Le bois au service des grands travaux : V. — La triangulation française.

MÉTAL : Une méthode allemande pour l'édification rapide de hangars métalliques.

ÉQUIPEMENT TECHNIQUE : Les bases techniques de l'installation électrique aujourd'hui et il y a un quart de siècle (III).

Le chauffage domestique par air pulsé.

PEINTURE ET DÉCORATION : Couleur et Bâtiment.

VISITE DE CHANTIER : La cité Carrière, à Bordeaux.

La rupture du béton.

Comparaison entre les prix d'exécution des différents systèmes de plancher.

Fiches bibliographiques.

Les films du Bâtiment.

Table analytique des articles parus dans « BATIR » en 1952.

Ces textes s'attachent à présenter, d'une façon à la fois simple et complète, des renseignements utiles.

Prix du numéro : 300 F

SPÉCIMEN GRATUIT SUR DEMANDE
BATIR — 33, avenue Kléber, Paris-XVI^e

Abonnement d'un an : 2 500 F
(Neuf numéros)

INSTITUT TECHNIQUE DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS

CENTRE D'ÉTUDES SUPÉRIEURES

SESSION 1952-1953 (Seconde Série)

Salle de la Fédération Nationale du Bâtiment, 7, rue La Pérouse, Paris-XVI^e.

MARDI 24 FÉVRIER 1953, à 17 h. 30

Sous la présidence de M. A. BALENCY-BEARN,
Président de la Chambre Syndicale des Constructeurs en Ciment Armé.

ÉVOLUTION DES COFFRAGES

par M. L. J. KAHN, ancien Élève de l'École Polytechnique,
Directeur des Établissements Lang.

MODIFICATIONS AU PROGRAMME

MARDI 3 MARS 1953, à 17 h. 30

L'exposé de M. LOSSIER, prévu à cette date, est reporté au 19 mai et remplacé le 3 mars par la conférence suivante :

Sous la présidence de M. LEMAIRE,
Président du Groupe de Travail de la Productivité
à la Fédération Nationale du Bâtiment et des Activités Annexes.

AMÉLIORATION DE LA PRODUCTIVITÉ SUR LES CHANTIERS TRADITIONNELS D'OSSATURES EN BÉTON ARMÉ

Application des procédés Vacuum Concrete
par M. I. LEVIANT, Ingénieur des Ponts et Chaussées.

La séance du mardi 10 mars est annulée.

La conférence de M. l'Ingénieur Général BIGORNE « Problèmes de l'habitat intertropical » prévue à cette date est reportée à la prochaine Session.

MARDI 17 MARS 1953, à 17 h. 30

Séance organisée en commun
avec l'Association Française des Ponts et Charpentes.

Sous la présidence de M. CAMBOURNAC,
Vice-Président de l'Association Internationale des Ponts et Charpentes.

RECHERCHES SUR LE DIMENSIONNEMENT ET LE RAIDISSAGE RATIONNELS DE L'ÂME DES POUTRES À ÂME PLEINE EN TENANT COMPTE DU DANGER DE VOILEMENT

par M. Ch. MASSONNET, Professeur à l'Université de Liège.

MARDI 24 MARS 1953, à 17 h. 30

Séance organisée en commun
avec l'Association Française des Ponts et Charpentes
et la Société des Ingénieurs-Soudeurs.

LE RENFORCEMENT PAR SOUDURE DU PONT DE DOUARNENEZ

par M. Paul BASTARD, Ingénieur des Ponts et Chaussées à Quimper.

EXEMPLES DE CHARPENTES D'IMMEUBLES SOUDÉES

par M. Henri PANTZ, Ingénieur A. et M. et E. C. P.

MARDI 14 AVRIL 1953, à 17 h. 30

LA PART DE L'INSTALLATION ÉLECTRIQUE DANS L'EFFORT DE PRODUCTIVITÉ DU BATIMENT

par M. COMTET, Président de la Fédération Nationale de l'Équipement Électrique.

L'INFORMATION TECHNIQUE CINÉMATOGRAPHIQUE

MERCREDI 11 MARS 1953, à 18 h. précises

Programme :

MENUISERIE MÉTALLIQUE.

LA PEINTURE ÉLECTROSTATIQUE.

CHARPENTE TUBULAIRE : construction d'un théâtre provisoire pour l'Association Rhin et Danube.

ACTUALITÉS DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS.

ACTUALITÉS DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS.

UNE VILLE EST NÉE : construction de 300 logements à Guénange.

La carte spéciale d'inscription sera demandée à l'entrée.